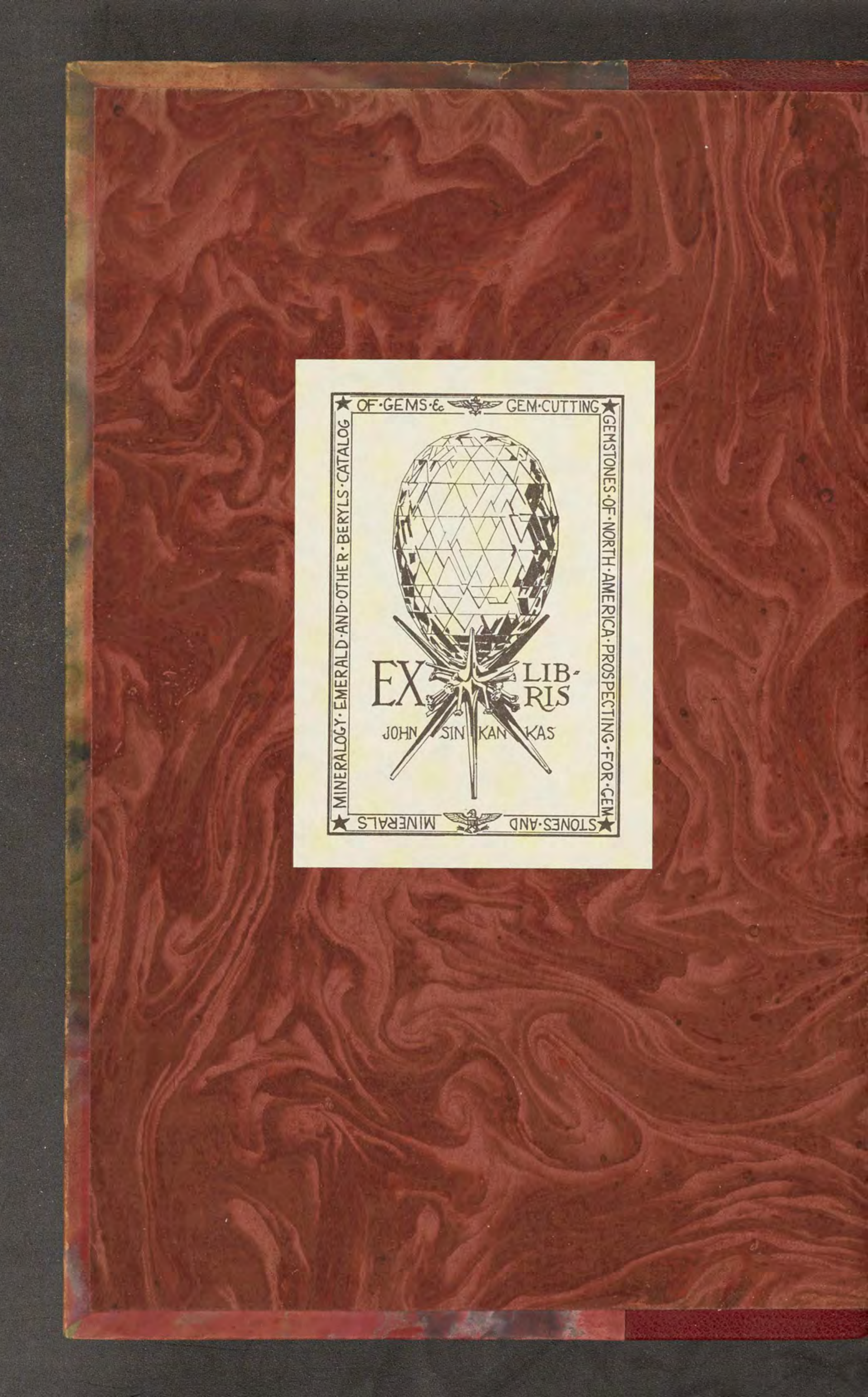
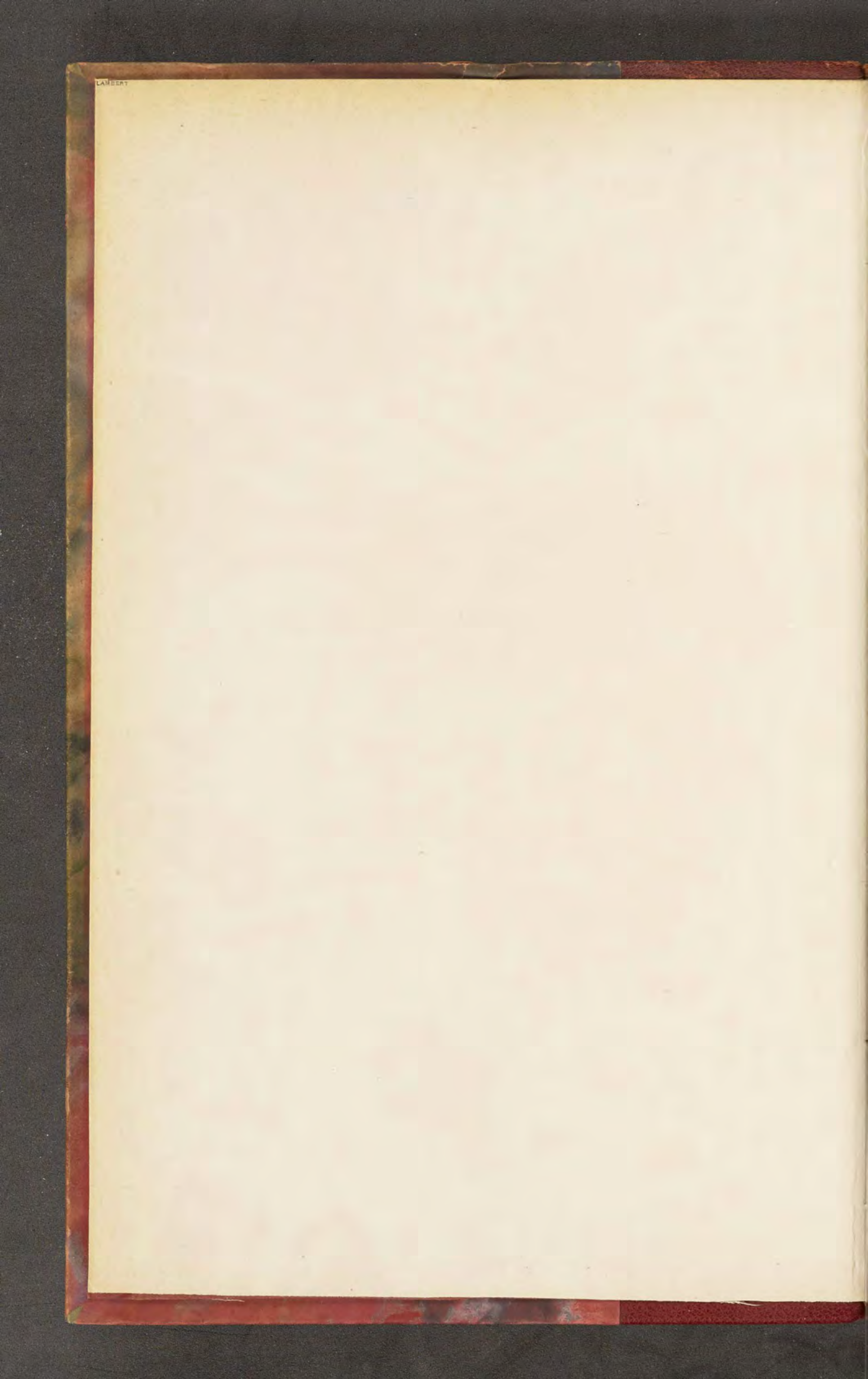




OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS




LAMBERT

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE ET DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1901-1909

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1901-1909

Ce volume a été publié en
deux parties, dont la première (p. 1-400)
a paru en 1901.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME
1er FASCICULE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1901

TABLE DES MATIÈRES

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME
1er FASCICULE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1901

INTRODUCTION DU TOME III

Dans l'Introduction du tome II, j'annonçais que l'abondance des matériaux recueillis me forçait à augmenter le nombre des volumes prévus pour mon livre et à entreprendre la publication d'un Tome III. Au moment où celui-ci commence à s'imprimer, je suis contraint, pour la même cause, à le diviser à son tour et à le faire suivre d'un quatrième et dernier volume.

L'impression de ce Tome IV suivra sans interruption celle du présent volume. Il comprendra l'étude des *Sulfates*, *Molybdates*, *Tungstates*, *Borates*, *Aluminates*, *Ferrites*, *Antimonites*, *Phosphates*, *Arséniates*, *Antimoniates*, *Vanadates*, *Niobates*, *Tantalates* et *Corps d'origine organique*. Il se terminera par des tables géographiques détaillées, permettant de retrouver facilement les minéraux existant dans chacune des nombreuses localités étudiées dans le cours de cet ouvrage.

Le présent volume, consacré à l'étude des *Oxydes*, des *Hydroxydes*, des *Nitrates*, des *Carbonates*, des *Plombates* et des *Manganites*, renferme quelques-unes des espèces les plus communes dans la nature, telles que le quartz, l'hématite, la limonite, la calcite. Je me suis par suite trouvé dans la nécessité de faire un choix parmi les innombrables gisements français de

ces minéraux et de ne m'occuper que de ceux qui m'ont paru les plus typiques ou les plus intéressants. Je me suis attaché à suivre ces minéraux dans leurs différents modes de formation, beaucoup plutôt qu'à citer des localités nombreuses. Les difficultés que j'ai rencontrées à synthétiser mes observations me font espérer que le résultat de ce travail ne sera pas inutile au point de vue général.

A mesure que mon livre approchait de sa fin, le nombre des communications qui m'ont été faites a augmenté en même temps que celui de mes observations personnelles sur le terrain : je tiens à remercier collectivement ici les nombreux minéralogistes ou géologues qui m'ont aidé de leurs documents et dont les noms sont cités dans le cours des pages qui suivent.

Paris, 1er Juillet 1901.

A. LACROIX.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

OXYDES ET HYDROXYDES

OXYDES

EAU

H^2O

L'eau se rencontre à trois états : 1° à l'état gazeux, α, à 100° C. sous la pression de 760mm ou à des températures plus élevées ou plus basses, sous une pression supérieure ou inférieure à 760mm ; β, à toute température dans l'atmosphère, sous forme de *vapeur d'eau* ; 2° à l'état liquide (*eau* proprement dite) entre 0° et 100° C. et à l'état de surfusion à une température inférieure à 0° ; 3° à l'état solide (*glace*) à 0° C. et au-dessous, le point de congélation s'abaissant avec la pression.

La glace seule rentre dans le cadre de cet ouvrage.

GLACE

Hexagonale et sans doute hémimorphe.

[$a : c = 1 : 1,4026$ env. (Nordenskiöld)].

Formes observées. Les formes distinctes sont rares dans les cristaux de glace ; des formes cristallitiques fort belles s'observent dans la neige. La glace se trouve souvent en lames, en masses grenues ou stalactiformes.

Cassure conchoïdale.

Dureté. 1, 5. Fragile à basse température, plus cohérente au voisinage du point de fusion.

Densité. 0,9181 à 0° C. (Nichols).

Coloration et éclat. Incolore, bleu pâle dans les masses épaisses (glaciers). Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g).

n_g = 1,30734 rouge (Reusch).
n_p = 1,30598.
$n_g - n_p$ = 0,00136.

Composition chimique. La formule H^2O correspond à la composition suivante : H = 11,1. O = 88,9.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Glace produite par congélation d'eau.*

Glace des rivières et des lacs. La glace qui se produit par la cristallisation de l'eau des ruisseaux, des rivières, des lacs et de l'eau imbibant le sol, est constituée par de grands cristaux, toujours orientés de telle sorte que leur axe vertical soit normal à la surface libre du liquide. Il suffit d'examiner au microscope en lumière convergente une lame de glace, recueillie à la surface d'un verre d'eau congelée, pour constater qu'elle est perpendiculaire à un axe optique unique de signe positif.

Ayant été, il y a quelques années, immobilisé pendant plusieurs jours dans un campement au lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), j'ai eu l'occasion d'observer un phénomène intéressant de cristallisation de la glace. Le sol est constitué par des schistes, recouverts d'une mince couche de très petits fragments de la même roche ; le matin, ceux-ci étaient soulevés par des aiguilles de glace, disposées perpendiculairement au sol. Sous l'influence du poids des petits grains schisteux soulevés par elles, ces aiguilles étaient recourbées comme le sont parfois les turions d'asperge poussant dans un sol pierreux. Il était extrêmement curieux de racler avec la main la surface du sol pour enlever une mince couche de fragments schisteux, et de mettre au jour une grande quantité de ces fibres courbes de glace.

Les conditions nécessaires à la production de cette glace fibreuse semblent consister dans l'absence de terre végétale, et l'existence de gravier reposant en couches minces sur un substratum rocheux.

Pasumot a décrit un cas analogue de glace fibreuse observé par lui en 1764, au Mont-Dore (J. P. XXIII.62.1783).

Tout le monde connaît les cristallisations de glace qui se produisent contre les vitres des fenêtres : leurs formes cristallitiques rappelant celles de la neige sont soumises à la même loi cristallographique que la glace des rivières, leur axe principal est toujours perpendiculaire à la surface du refroidissement.

Stalactites. Les stalactites de glace qui, par les temps froids, pendent des toits ou des gouttières ont la même structure que le type le plus habituel des stalactites de calcite ; elles sont constituées par un grand nombre d'individus, dont l'axe optique est perpendiculaire à l'axe d'allongement de la stalactite.

1° *Glace produite par précipitation atmosphérique.*

Toutes les fois que les précipitations atmosphériques se produisent à une température inférieure à 0° C., il y a formation de glace qui, suivant les conditions dans lesquelles s'effectue la cristallisation, prend la forme de *grésil* ou de *grêle*, de *neige*, de *gelée blanche*, de *givre* ou de *verglas*.

Grésil et grêle. Le *grésil* et la *grêle* prennent naissance par condensation rapide effectuée dans un milieu riche en gouttes d'eau en surfusion, à une température inférieure à 0°. Le *grésil* est formé par de très petits grains blancs, opaques, de glace spongieuse et friable (1 à 3 ^{mm} de diamètre en moyenne).

La *grêle* est constituée par des agrégats cristallins, parfois transparents, et, dans d'autres cas, composés d'alternances de zones transparentes et opaques qui indiquent de grandes variations dans les conditions de la cristallisation.

La forme des grêlons est très variée ; ils sont souvent globulaires, parfois renflés au pôle ou à l'équateur, hérissés de pointements cristallins. Leur diamètre varie de 5 millimètres à 2 centimètres et dans des cas exceptionnels on en a trouvé de dimensions plus grandes pesant jusqu'à 1 kilog. Les coupes transversales de grêlons montrent qu'ils sont tantôt formés par des zones concentriques autour d'un

grain de grésil, et tantôt constitués à la façon des sphérolites, par des aiguilles divergeant à partir du centre ; leur structure rappelle alors celle des nodules de marcasite (t. II, p. 693, fig. 17 et 18). En se heurtant au sol, ces grêlons se brisent souvent, et donnent alors des fragments plus ou moins coniques.

Dans quelques cas, assez rares, les grêlons offrent à leur périphérie des cristaux à formes très nettes, rappelant celles du quartz ; l'angle des deux faces $b^{1/2}(10\bar{1}1)$ adjacentes (129°39′) étant voisin de l'angle p $e^{1/2}$ de ce minéral (133°44′).

Le grésil est plus fréquent pendant l'hiver que pendant l'été ; c'est la forme que revêt la grêle dans les orages produits à basse température. La grêle, au contraire, est caractéristique des orages des saisons chaudes.

Neige, névés et glaciers. Les précipitations atmosphériques effectuées d'une façon lente et continue pendant l'hiver et au-dessous de 0° C. donnent lieu à la neige.

Les cristaux de neige constituent également, on le sait, certaines catégories de nuages (*cirrus et cumulocirrus*). Les cristaux de celle-ci, se formant librement dans un milieu peu condensé, ont alors des formes nettes ; ce sont, le plus généralement, des lames hexagonales cristalliques, de quelques millimètres de diamètre.

Les formes élégantes, délicates et variées des cristaux de neige, sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les décrire ; je renvoie cependant aux nombreuses photographies du mémoire que M. G. Nordenskiöld a publié dans le *Bulletin de la Société minéralogique* (XVI.59. 1893) ; la plus grande partie des cristaux photographiés est constituée par des cristallites hexagonaux, souvent dendritiques, rappelant parfois des formes organiques. Plus rarement, la neige est formée par des prismes hexagonaux basés ou des aiguilles, allongées suivant l'axe vertical, et renfermant des inclusions d'eau à l'état de surfusion, avec une bulle d'air ; ces variétés aciculaires de neige se forment surtout à très basse température.

Les cristaux isolés et très nets de neige ne peuvent être observés que par un temps à la fois calme et très froid. Quand, en effet, la température n'est pas très basse, les cristaux s'agglomèrent pour constituer les *flocons de neige*, mélange de cadavres de cristaux, imbibés par l'eau résultant de leur fusion partielle. C'est surtout sous cette forme que la neige s'observe dans nos régions tempérées.

Toutes ces variétés de neige, une fois à terre, se transforment rapidement en petites lames hexagonales dépourvues de formes cristallitiques.

Dans les régions montagneuses, à partir d'une certaine altitude, variable avec la latitude, l'exposition, la sécheresse de l'air, l'action lente de certains vents chauds, etc., la neige ne fond qu'incomplètement pendant l'été, ou même ne fond pas. C'est dans cette zone de *neiges persistantes* que s'observent surtout les *névés*, et exclusivement les *glaciers*.

Névés. Les cristaux de neige, une fois à terre, se tassent. Sous l'influence du soleil, ils fondent en partie, s'arrondissent, pendant que l'eau résultant de leur fusion circule dans la masse. Si la température est convenable, elle se congèle à son tour pour nourrir des grains cristallins déjà formés ; en même temps, une partie de l'air, emprisonnée dans l'amas de neige, est expulsée. C'est ainsi que, dans la zone des neiges persistantes des régions montagneuses, se forment les *névés*, agrégats de grains de glace à structure miarolitique, de beaucoup plus cohérents que la neige elle-même (1 mètre cube de névé pèse de 5 à 600 kilog., alors que le poids du même volume de neige fraîchement tombée, n'est que de 85 kilog.).

La transformation de la neige en névés exige certaines conditions de température qui ne sont pas réalisées à de très grandes altitudes (sommet du Mont-Blanc par exemple) où la neige reste généralement à l'état floconneux. A une altitude plus basse, au contraire, sous l'influence de la chaleur solaire et de la pression subie par les grandes accumulations de neige, les phénomènes qui ont transformé la neige en névé s'accentuent, les pores de ceux-ci deviennent de moins en moins nombreux, la roche prend une densité plus grande et se transforme peu à peu en glace bulleuse et, par suite, laiteuse (à comparer à ce point de vue au quartz laiteux des filons) ; à ce moment, le mètre cube de glace pèse près de 900 kilog.

Glaciers. La glace des glaciers, ainsi formée, peut être comparée au point de vue de la structure à celle d'un quartzite ; elle est constituée par une série d'individus enchevêtrés, pouvant s'accroître peu à peu par apport de matière nouvelle qui s'oriente sur eux jusqu'au moment où la masse est devenue complètement homogène, par disparition des cavités ou bulles d'air originelles. Quant à la glace plus homogène, produite aux dépens de cette glace en quelque sorte primaire, grâce aux phénomènes de regel (liquéfaction sous l'influence de la pression et recristallisation), on peut, dans bien des cas, la comparer à un

véritable marbre, produit par la cristallisation contemporaine de tous les individus cristallins qui la constituent.

Bertin avait cru voir que, dans les parties anciennes (glace bleue) du glacier de Grindenwald, les individus constituant la glace prennent par recristallisation une orientation uniforme (axe optique perpendiculaire aux parois) ; les observations plus récentes de Klocke sont venues montrer qu'il n'en est pas ainsi, et que toute la glace de tous les glaciers a la même structure, non orientée. M. Mc Connel (*Proc. Roy. Soc.* XLVIII. 259. 1890 et XLIX. 323. 1891) a fait voir que les cristaux élémentaires de la glace sont lamelleux suivant la base et non extensibles, mais ces lames peuvent se plier, glisser les unes sur les autres sous l'effort de la compression comme le feraient les étiquettes empilées en paquets. M. O. Mügge a confirmé cette observation (*N. J.*, 1895, II, 218) et montré qu'une lamelle ou un groupe de lamelles peuvent ainsi par compression sortir d'un cristal de glace avec une égale facilité dans toutes les directions parallèles à la base, mais non dans une direction perpendiculaire à celle-ci.

En France, on ne rencontre de glaciers que dans les Alpes, ceux des Pyrénées françaises sont extrêmement peu importants.

Gelée blanche. Quand, par un ciel serein (printemps et automne), la température est à quelques degrés seulement au-dessus de 0° C., la température du sol, qui lui est toujours inférieure de 5 à 6°, peut s'abaisser au-dessous de 0°, et alors la condensation de l'humidité atmosphérique, au lieu de se produire sous forme liquide (*rosée*) donne naissance à de petits cristaux de glace (*gelée blanche*) qui viennent couvrir la terre et les végétaux.

Givre. Lorsqu'un nuage ou un brouillard est formé par des gouttelettes d'eau en surfusion (température inférieure à 0°) et qu'il se trouve en contact avec des corps solides, il se produit à ses dépens des cristallites de glace qui constituent le givre.

Les cristallites de givre sont aplatis suivant la base, très ramifiés, ils sont d'ordinaire réunis en grand nombre, et séparés les uns des autres par une mince couche d'air.

Ils forment parfois à la surface des branches d'arbres, des brins d'herbe, des groupements à formes figurées, d'une élégance extrême et d'une blancheur éblouissante.

Dans nos climats, les brouillards étant généralement peu épais, par suite de la faible quantité d'humidité atmosphérique, les dépôts de

givre sont généralement peu épais. Il y a cependant des exceptions.

Dans les pays de montagnes, il n'en est pas de même, et l'on voit parfois des couches de givre atteindre plusieurs décimètres. Dans une ascension effectuée au mois de mai 1898, au pic de Sancy (Mont-Dore), j'ai eu l'occasion d'observer des fleurs de givre particulièrement belles.

Verglas. Une pluie formée d'eau en surfusion, tombant sur un sol lui-même à une température inférieure à 0°, se consolide immédiatement sous forme d'une couche continue, luisante et transparente de glace ; c'est là le *verglas.* Les arbres, les objets faisant saillie sur le sol sont, eux aussi, recouverts par des zones concentriques de verglas.

Dans le verglas, l'axe optique de la glace est toujours normal à la paroi, quelle que soit la forme de celle-ci (observations faites en 1899 dans le Jardin des Plantes). On peut comparer cette structure à celle de l'aragonite qui constitue la nacre de la coquille des mollusques.

On appelle aussi verglas la glace qui se forme par congélation du mélange de neige et d'eau produit par la fusion partielle de la neige, interrompue par un abaissement de température. La structure de cette glace est la même que celle de la glace de rivière.

MOLYBDITE

MoO^3

Orthorhombique : $mm = 137°39'$.

$b : h = 1000 : 432{,}645$ $D = 932{,}474$ $d = 361{,}240.$

[$a : b : c = 0{,}3874 : 1 : 0{,}4747$ (Nordenskiöld)].

Formes et faciès. La molybdite ne se présente jamais en cristaux distincts, elle forme des masses capillaires ou plus souvent des agrégats d'aiguilles microscopiques, allongées suivant l'axe vertical. Elle constitue aussi de minces enduits.

Clivages. Clivage p (001) distinct, traces suivant h^1 (100) et g^1 (010).

Dureté. 1 à 2.

Densité. 4,5.

Coloration et éclat. Jaune-paille à jaune d'or. Les cristaux présentent un éclat adamantin, nacré sur le clivage *p* (001) ; le plus souvent les enduits ont un aspect terreux. Poussière d'un blanc jaune.

Le minéral se résout au microscope en aiguilles transparentes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à *p* (001), avec $\rho > v$. L'écartement des axes n'a pu être mesuré autour de n_p : autour de n_g, Des Cloizeaux a trouvé $2\ H_o = 117^\circ\ 15'$ (rouge) et 127° environ (bleu).

Ces propriétés ont été observées sur des cristaux d'acide molybdique artificiel. La molybdite naturelle se présente en aiguilles trop petites pour que l'on puisse les étudier en lumière convergente. J'ai pu constater seulement sur les échantillons de Corse et des Alpes la forte biréfringence, l'extinction longitudinale, le signe positif de l'allongement, et enfin le pléochroïsme.

Pléochroïsme. La molybdite est très pléochroïque dans les teintes jaunes. Le maximum d'absorption a lieu dans la direction de l'axe vertical : quand les aiguilles ont quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, elles sont presque noires, suivant n^g, alors que suivant n_p et n_m, la coloration est d'un jaune pâle.

Composition chimique. La composition centésimale correspondant à $Mo\ O^3$ est :

Mo	66,7
O	33,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau et se sublime près de l'essai en petites aiguilles jaunes. Au feu réducteur, l'enduit cristallin devient bleu, puis noir. Au chalumeau, avec le borax, donne une perle jaune à chaud, incolore à froid (feu oxydant) et au feu réducteur une perle brune ou noire opaque. Avec le sel de phosphore, donne une perle jaune à chaud au feu oxydant et verte par refroidissement, après avoir été chauffée au feu réducteur.

Tandis que l'anhydride molybdique artificiel est très soluble dans l'ammoniaque, la molybdite naturelle ne s'y dissout que difficilement, en prenant tout d'abord une couleur jaune brun foncé (molybdite de Corse).

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la tungstite par sa fusibilité, sa solubilité dans l'acide chlorhydrique, sa réaction avec le sel de phosphore,

ses réactions colorées et enfin par son association presque constante avec la molybdénite[1] ; elle se différencie des minéraux d'urane par sa solubilité dans l'ammoniaque et ses réactions chimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La molybdite est un produit d'altération de la molybdénite qu'elle accompagne en plus ou moins grande abondance dans toutes les catégories de gisement citées dans le tome II, p. 461. Elle s'y présente en enduits jaunes soit à la surface de ce minéral, soit à son voisinage. Il y a lieu de signaler tout particulièrement les localités suivantes :

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Dans les gisements stannifères de Cieux, Vaulry ; dans le filon de wolfram de Saint-Léonard ; dans la pegmatite de la Vilate.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* A la surface de la molybdénite du glacier de la Meije, en poudre jaune très cristalline.

Corse. — La collection de l'École des Mines possède de fort beaux échantillons de molybdite jaune en petits amas provenant d'un filon de quartz situé entre Calvi et Argentella. L'examen microscopique montre la très grande cristallinité du minéral : les aiguilles qui le constituent sont souvent groupées en faisceaux ; ce sont elles qui m'ont permis d'étudier quelques-unes de leurs propriétés optiques.

1. La molybdite et la tungstite fondues avec du carbonate de soude, et ajoutées, dans un verre de montre, à une dissolution des réactifs suivants dans quelques gouttes d'acide sulfurique pur, donnent à celui-ci les colorations suivantes (celles qui sont caractéristiques sont en italiques) :

	WO^3	MoO^3
Morphine	rose pâle	violet devenant rapidement *vert sale.*
Naphtol α	o	*vert*
Hydroquinone	*carmin* (réaction lente)	*brun.*

La solution chlorhydrique de la molybdite, colore immédiatement en vert la solution sulfurique de morphine.

Ces réactions colorées servent de diagnostic différentiel aux molybdates et aux tungstates.

TUNGSTITE

WO^3

Orthorhombique : *mm* = 110°.

$b : h = 326{,}925$ D = 819,155 $d = 573{,}572$.
[$a : b : c = 0{,}7002 : 1 : 0{,}3991$. (Nordenskiöld)].

Formes et faciès. Dans la nature, la tungstite forme des enduits pulvérulents qui ne paraissent pas cristallisés.

Densité. 6,302 à 6,384 (cristaux artificiels).

Coloration et éclat. Jaune pâle avec parfois une teinte verte. Terreuse.

Composition chimique. La formule WO^3 exige :

W =	79.3
O =	20.7
	100.0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, noircit sans fondre. Avec le sel de phosphore donne au feu oxydant une perle d'un vert jaune qui devient bleue à froid après avoir été chauffée au feu réducteur.

Soluble dans l'ammoniaque. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. La tungstite se distingue de la meymacite par l'absence d'eau. (Voir à *meymacite* et à *molybdite*.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tungstite est un produit d'altération du wolfram ; elle forme, dans les gisements de ce minéral qui seront décrits plus loin, des enduits terreux jaunes ; je l'ai observée dans les localités suivantes :

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La Vilate près Chanteloube, route de Pompadour à Magnac, Vaulry, Cieux, Puy-les-Vignes près Saint-Léonard.

Dufrénoy (*Minér.* 520.1856) signale dans un échantillon de wolfram et de quartz provenant des carrières de Limoges (sans doute de la Vilate, malgré son éloignement de cette ville), de petits cristaux de tungstite ayant l'apparence de cubes nacrés d'un blanc jaunâtre.

La forme indiquée n'est pas celle de l'acide tungstique artificiel ; l'échantillon en question faisant partie de la collection Adam (École des Mines) supporte un petit nombre de très petits cristaux à *apparence* cubique, mais qui semblent être constitués par de la wulfenite.

Corrèze. A Meymac, la tungstite se trouve dans les fentes de wolfram altéré alors que la meymacite (voir plus loin) est localisée dans la scheelite.

GROUPES DE L'ARSÉNOLITE ET DE LA CLAUDÉTITE

GROUPE DE L'ARSÉNOLITE	Densité.		GROUPE DE LA CLAUDÉTITE	Densité.
Arsénolite . . .	3,70 à 3,72	As^2O^3	*Claudétite*	4,151
Senarmontite.	5,22 à 5,30	Sb^2O^3	*Valentinite*	5,56

Les minéraux du groupe de l'arsénolite sont cubiques ; quant à la claudétite et à la valentinite, tout en ayant des paramètres très voisins, elles cristallisent, la première dans le système monoclinique, la seconde dans l'orthorhombique.

GROUPE DE L'ARSÉNOLITE

ARSÉNOLITE

As^2O^3

Cubique.

Formes et faciès. La seule forme connue est l'octaèdre régulier a^1 (111) ; les cristaux sont souvent remarquablement nets et brillants, mais les cristaux cristallitiques et squelettiformes sont également très fréquents, comme dans la plupart des minéraux produits par sublimation.

L'arsénolite forme souvent des masses fibreuses, columnaires, botroydes, des croûtes et des enduits constitués par des octaèdres microscopiques.

Dureté. 1,5

Densité. 3,7 à 3,72

Saveur. La saveur est astringente et en même temps douceâtre.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, souvent colorée en jaune ou en rouge par de l'orpiment, du soufre ou du réalgar.

Éclat vitreux, quelquefois soyeux dans les masses fibreuses. Transparente, quelquefois opaque.

Propriétés optiques. Monoréfringente. N = 1.748 (Li); 1.755 (Na) (Dx).

Composition chimique. La formule $As^2 O^3$ correspond à la composition centésimale suivante :

As	75.8
O	24.2
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, se volatilise et se dépose sur les parois froides sous forme de petits octaèdres. Au chalumeau, donne des fumées blanches, à odeur alliacée et un enduit blanc. Un peu soluble dans l'eau bouillante.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques distinguent aisément l'arsénolite de la senarmontite ; sa forme la différencie de la claudétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arsénolite est un produit d'altération des arséniures et des sulfoarséniures métalliques. On la trouve :

1° dans les filons métallifères ;

2° dans les houillères embrasées ;

3° dans les produits du grillage artificiel des minéraux arsenicaux.

1° *Dans les filons métallifères.*

La plupart des gisements dans lesquels ont été signalées la cobaltite et la smaltite renferment, associés à ces minéraux des enduits terreux ou finement cristallins formés d'octaèdres microscopiques. Je citerai notamment les mines de Gistain [*Aragon*], de Sainte-Marie-aux-

Mines [*Alsace*], des Chalanches (*Isère*) qui n'ont du reste fourni que des échantillons sans grand intérêt. L'arsénolite est parfois mélangée à l'érythrite terreuse des mêmes gisements.

2° *Dans les houillères embrasées.*

L'arsénolite est un des minéraux de sublimation les plus fréquents que l'on rencontre à la surface des roches brûlées par les incendies spontanés des mines de houille ou de leurs tas de déblais apportés au jour (voir t. II, 768). Ce minéral s'y présente sous forme d'octaèdres incolores ou blanc laiteux, parfois colorés en rouge par du réalgar ou en jaune par de l'orpiment ou du soufre. Leurs formes sont d'une netteté parfaite, leurs faces brillantes et souvent creusées de cavités profondes ; dans d'autres cas, ils sont squelettiformes, cristallitiques. On trouve aussi des masses cristallines ou fibreuses, quelquefois associées au salmiac.

Les gisements qui ont fourni les plus beaux cristaux, offrant le même aspect dans des localités différentes, sont ceux d'Aubin, de Decazeville (Lasalle) (*Aveyron*), les environs de Saint-Étienne (*Loire*), et en particulier, Reveux, le Brulé, la Ricamarie, les mines de Perrecy-les-Forges et de Montceau-les-Mines (*Saône-et-Loire*), etc.

3° *Dans les produits du grillage artificiel des minéraux arsenicaux.*

L'arsénolite se produit fréquemment dans les opérations du grillage des minerais arsenicaux. Fournet a signalé autrefois (*Ann. Soc. Agr. Lyon*, VI, 320) de beaux cristaux de ce minéral obtenus par la calcination de la pyrite cuivreuse, mélangée de tennantite de Chessy (*Rhône*).

SENARMONTITE

Sb^2O^3

Pseudo-cubique.

Formes et faciès. La senarmontite cristallisée se présente uniquement en octaèdres a^1 (111), isolés ou groupés en géodes. Ils sont fré-

quemment constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus semblables. Leurs faces et leurs clivages sont souvent ondulés et courbes. On trouve aussi la senarmontite en masses grenues ou tout à fait compactes.

Dureté. 2 à 2,5

Densité. 5,22 à 5,30

Coloration et éclat. Incolore, blanche, gris noir (colorée par de la stibine), rouge (colorée par de la kermésite).

Éclat résineux et adamantin. Transparente, translucide ou opaque. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Des Cloizeaux a montré depuis longtemps (*Nouv. Recherches*, 1867, 9) la biréfringence de la senarmontite et l'analogie de ses propriétés optiques avec celles de la boracite. Depuis lors, le minéral a été étudié en détail par Mallard (*A. M.* X, 108, 1876) qui l'a interprété comme le grenat topazolite (triclinique) (voir tome I), par MM. E. Bertrand (*B. S. M.*; IV, 11, 1881), Gross-Bohle (monoclinique) (*Z. K. V.*, 222, 1881), Prendel (T. M. XI, 7, 1889) (monoclinique) et enfin par M. Brauns qui lui applique la théorie des tensions internes (*Die optische Anomalien* Leipzig, 1891, 183).

Voici les propriétés des sections taillées parallèlement aux faces du cube, de l'octaèdre et du rhombododécaèdre ; les secteurs ne présentant pas toujours la même netteté que dans les grenats, leur limite se fait souvent par des lignes sinueuses, avec fréquentes superpositions.

Une lame parallèle à p (100) montre 4 ou 8 secteurs; en lumière convergente, on voit qu'un axe optique est presque normal à la section (fig. 1), seul M. Prendel considère cet axe comme très oblique à cette section.

Une lame parallèle à a^1 (111) présente trois plages dont la limite de séparation se fait suivant les diagonales (voir fig. 20, page 213 du tome I) ; le plus grand indice est parallèle ou à peu près parallèle aux côtés de la section.

La figure 2 représente, d'après Mallard, la structure d'une section b^1, normale à la bissectrice aiguë et au plan des axes optiques, l'angle des axes optiques étant voisin de 90°. M. Gross-Bohle et M. Brauns ont décrit une disposition un peu différente d'où il résulterait que l'extinction ne se fait pas obliquement, mais parallèlement aux diagonales de la face; ces propriétés rappellent donc celles de la pyrénéite et non celles de la topazolite.

La senarmontite devient monoréfringente par chauffage, mais à l'inverse de la boracite, le changement d'état n'est pas entièrement réver-

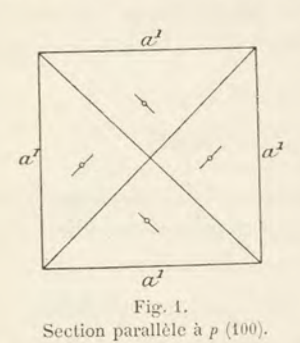


Fig. 1.
Section parallèle à p (100).

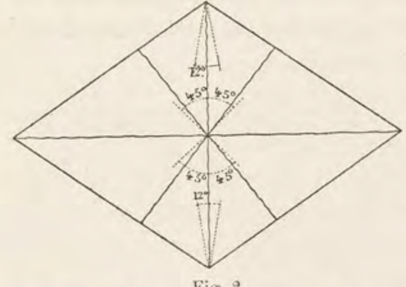


Fig. 2.
Section parallèle à b^1 (110), d'après Mallard.

sible. Par sublimation, elle se transforme en un mélange de valentinite et de senarmontite monoréfringente.

M. Brauns a montré que, comme pour la blende, lorsqu'on exerce une pression avec une pointe à la surface d'une lame de senarmontite monoréfringente naturelle ou artificielle, on détermine la production d'une biréfringence persistante.

L'indice médian a été mesuré par Des Cloizeaux :

$$N = 2.073 \text{ (rouge)}, 2.087 \text{ (jaune)}.$$

Composition chimique. La formule $Sb^2 O^3$ correspond à la composition centésimale donnée en *a*. (*b*) analyse de la senarmontite d'Algérie par Rivot (in Senarmont., *op. cit.*)

	a)	*b)*
Sb	83.3	84.32
O	16.7	15.68
	100.0	100.00

D'après Rivot, quelques variétés renferment environ 10 °/₀ de plomb (à l'état d'impureté), les variétés compactes grises de 1 à 3 °/₀ d'argile.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond et donne un faible sublimé. On a vu plus haut qu'à plus haute température, elle se sublime en donnant des octaèdres de senarmontite et des aiguilles de valentinite. Au chalumeau, facilement fusible en donnant un enduit blanc qui, au feu réducteur, colore en bleu verdâtre l'extérieur de la flamme.

Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide chlorhydrique ; la solution donne les réactions de l'antimoine.

Altérations. On connait des paramorphoses de senarmontite en valentinite.

Diagnostic. La senarmontite se distingue aisément de la valentinite par sa forme cristalline et sa densité plus faible. (Voir à arsénolite et à valentinite.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans le principal de ses gisements, la senarmontite constitue à elle seule un gite métallifère où elle semble d'origine primaire : elle existe dans d'autres cas comme produit d'altération de la stibine.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. De petits octaèdres de senarmontite ont été signalés par M. Gonnard (*op. cit.*, 118) sur la stibine d'Anzat-le-Luguet.

Algérie. — *Constantine*. La senarmontite a été décrite par de Senarmont sous le nom d'*antimoine oxydé octaédrique*, d'après des échantillons provenant de la mine du Djebel-Haminate, à 30 kil. N.-O. d'Aïn-Beïda (*A. C. P.* XXXI. 504. 1851) ; son nom lui a été donné par J. Dana dans un compte rendu du mémoire du savant français, publié dans l'*American Journal of science* (XII. 209. 1851).

Le gisement est inclus dans des alternances de marnes schisteuses, bitumineuses et de calcaires, appartenant au gault (d'après M. Blayac) ; ce sont des filons en chapelets, étranglés quand ils se trouvent dans les marnes schisteuses. Les parties riches se rencontrent surtout au contact des calcaires et des marnes. Le minerai dominant est la senarmontite compacte, blanche ou grise, translucide ou absolument opaque, à cassure conchoïdale, pierreuse ; çà et là, s'observent des fissures, tapissées de beaux cristaux transparents.

On rencontre aussi des blocs formés par l'enchevêtrement de gros cristaux, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension et constituant parfois de belles géodes. La collection du Muséum possède de magnifiques échantillons de ce genre dans lesquels des octaèdres limpides recouvrent des surfaces de plusieurs décimètres carrés, ainsi qu'un bloc de près de 40 kil. entièrement constitué par de gros octaèdres ; ceux-ci atteignent deux centimètres et sont colorés en noir par de très fines aiguilles capillaires de stibine.

La senarmontite en octaèdres transparents tapisse aussi les cavités de masses de stibine cotonneuse ; elle est accompagnée alors d'aiguilles de kermesite, qui la colore parfois en rouge.

Enfin, des octaèdres de senarmontite se rencontrent aussi isolés dans la marne calcaire (fig. 3), d'où il est facile de les extraire à l'état de pureté parfaite, en faisant déliter au soleil la roche préalablement mouillée. Ils ont toujours les faces ondulées, et seuls, les cristaux des géodes ont leurs faces planes et très brillantes. De petits cristaux de barytine, des sphérolites de calcite sont parfois associés à la senarmontite.



Fig. 3.
Octaèdres de senarmontite engagés dans la marne.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Le gisement du Djebel-Haminate a fait à plusieurs reprises l'objet d'exploitations, il est abandonné aujourd'hui.

GROUPE DE LA CLAUDÉTITE

CLAUDÉTITE

$As^2 O^3$

Monoclinique[1] : $mm = 135°1'$.

$b : h = 1000 : 321,903 \quad D = 923,638 \quad d = 383,266.$

Angle plan de $p = 134°55'40''$.

— de $m = 91°24'15''$.

[$a : b : c = 0,41952 : 1 : 0,34852$ (Dx.)
$xy = 87°20'$.]

Faciès. Les cristaux de claudétite se présentent en petites lames g^1 (010), ressemblant à du gypse.

1. Des Cloizeaux a montré que ce minéral n'était pas orthorhombique et isomorphe de la valentinite comme l'avait fait penser sa composition chimique.

Macles. Macle fréquente par pénétration suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, donnant des lames flexibles. Cassure fibreuse suivant *m* (110).

Dureté. 2,5.

Densité. 3,85 à 4,15.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou jaunâtre. Éclat nacré très vif sur le clivage g^1, vitreux dans les autres directions. Transparente à translucide.

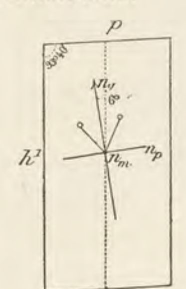


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) faisant un angle de 6° environ avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100). (fig. 1). Dispersion forte avec $\rho < v$.

2 H = 65°21′ (Na).

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme arsénolite.

Diagnostic. La claudétite se distingue facilement de l'arsénolite par sa forme (elle constitue parfois des paramorphoses de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La claudétite n'est connue que dans un très petit nombre de gisements naturels[1] ; j'ai à l'étudier :

1° Dans les produits des houillères embrasées ;

2° Dans les produits accidentels d'usine.

1° *Dans les produits des houillères embrasées.*

Plateau-Central. — *Aveyron.* J'ai trouvé en petite quantité la claudétite parmi les produits de sublimation des incendies spontanés de la mine de houille de Lasalle (Decazeville). Elle s'y présente sous deux formes, en petites lames de quelques millimètres de longueur, ressemblant à du gypse (elles sont encroûtées par un peu de soufre et d'orpiment) et enfin en lames plus petites, implantées sur des

1. Les aiguilles blanches attribuées à l'acide arsénieux par les anciens auteurs et signalées à Sainte-Marie-aux-Mines sont constituées non par de la claudétite, mais par la *pharmacolite*.

octaèdres d'arsénolite ; ceux-ci sont devenus blancs et opaques. Cette association des deux formes d'acide arsénieux rappelle celle qui est connue à Szomolnok en Hongrie.

2° *Dans les produits accidentels d'usine.*

Des cristaux de claudétite ont été signalés par M. Scheurer-Kestner (*Bull. Soc. Chim.* X. 444. 1868) dans une usine d'acide sulfurique. Ils s'étaient produits dans le canal conduisant le gaz sulfureux du four à grillage des pyrites arsénicales à la chambre de plomb. Ces cristaux, formés dans un courant de gaz sulfureux, plus ou moins mélangé d'air, avaient la forme de prismes aplatis, blancs et opaques ; ils reposaient sur une masse pulvérulente de la même substance mélangée à des sulfates ferriques.

VALENTINITE

Sb^2O^3

Orthorhombique : $mm = 137°7'$ (Dx)[1].

$b : h = 1000 : 1292,434$. $D = 930,790$ $d = 365,554$.
$[a : b : c = 0,39273 : 1 : 1,38885.]$.

Formes observées. m (110), h^1 (100), h^2 (310) ; $a^{13/2}$ (2.0.13) ; e^4 (014) ; $x = (b^{1/} b^{1/9} g^{1/28})$ (1.8.28) ; $v = (b^{1/2} b^{1/6} g^{1/13})$ (2.4.13).

Les angles suivants ont été mesurés par des Cloizeaux (Dx), sur des cristaux de l'Aude, par M. Laspeyres (Lp) sur ceux de Sensa.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
[*mm	137°7'		vv coté	126°52'	126°20'30" (Lp)
mh^1	158°33'30"		[mx	104°1'	104°5' (Dx)
mh^2]	166°1'	166°30' (Lp).	me^4	96°54'	96°15' (Dx)
$a^{13/2} a^{13/2}$ sur p	122°54'		xe^4]	172°53'	172°35' (Dx)
e^4e^4 sur p	141°42		* g^1y	109°30'[2]	

1. M. Laspeyres a pris pour axe vertical une valeur quatre fois plus petite que celle qui est adoptée ici d'après Des Cloizeaux. On a alors m (110) = m (110), (Laspeyres), $a^{13/2}$ (2.0.13) = $a^{8/5}$ (508), v (2.4.13) = v (5.10.8), etc.

2. $y = (b^1 b^{1/3} g^{1/7})$ (127).

Faciès. Les cristaux de valentinite se présentent sous des aspects assez variés suivant les échantillons. On peut distinguer les trois types suivants :

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical et parfois aplatis suivant h^1 (100) ; c'est à ce type qu'appartiennent les cristaux d'Algérie (fig. 3 à 5).

Type II. Cristaux allongés suivant l'axe vertical et aplatis suivant g^1 (010) (cristaux de Přibram en Bohême).

Type III. Cristaux dépourvus de pinacoïdes, et formés par les faces *m* (110) et des clinodomes, avec ou sans allongement suivant l'axe *a* ; c'est à ce type qu'appartiennent les cristaux de l'Aude.

Les cristaux nets sont assez rares : généralement arrondis, ils donnent des mesures assez incertaines.

La valentinite se rencontre plus souvent en masses fibrolamellaires qu'en cristaux distincts ; elle forme d'ordinaire des masses bacillaires, étoilées, palmées, des sphérolites plus ou moins hérissés de pointes cristallines. Elle constitue aussi des masses compactes, grenues, lamellaires, columnaires ou ayant conservé les formes de la stibine aux dépens de laquelle elle se forme généralement.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), facile suivant *m* (110).

Dureté. 2 à 3.

Densité. 5,57.

Coloration et éclat. D'un blanc de neige, parfois rosée, grise ou brunâtre. Éclat adamantin, nacré suivant les lames de clivage g^1 (010). Poussière blanche. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p) perpendiculaire à h^1 (100) : le plan des axes optiques est parallèle à *p* (001) pour les rayons rouges (fig. 1), à g^1 (010) pour les rayons bleus (fig. 2). L'écartement des axes est très faible, le minéral est sensiblement uniaxe pour les rayons jaunes.

Fig. 1 et 2.
Face h^1 (100) perpendiculaire à la bissectrice aiguë : rayons rouges (fig. 1), rayons bleus (fig. 2).

Dispersion très forte $\rho > v$, devenant $\rho < v$ quand les axes pour le rouge et pour le bleu sont dans le même plan. Vers 75°C, les axes pour le rouge se rapprochent légèrement et ceux pour le bleu s'écartent (Dx).

Composition chimique. La formule Sb^2O^3 correspond à la composition suivante :

Sb	83,3
O	16,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour senarmontite.

Diagnostic. Voir à senarmontite. La valentinite se distingue aisément de la cervantite et de la stibiconite qui l'accompagnent souvent par sa structure très cristalline, sa couleur blanche et surtout sa grande fusibilité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La valentinite est un minéral secondaire, résultant de l'altération de minerais d'antimoine et notamment de la stibine, de l'antimoine natif, de l'allemontite. Elle est très fréquemment associée et souvent intimement mélangée à la stibiconite et à la cervantite. Ces deux derniers minéraux dominent aux affleurements de la plupart des gisements décrits à l'article stibine (t. II, 449). Je ne m'occuperai ici que de ceux qui fournissent la valentinite en grande abondance ou avec des particularités intéressantes et dont j'ai examiné des échantillons.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De petites rosettes de valentinite ayant de 3 à 4 mm. de plus grande dimension recouvrent quelques échantillons de stibine d'Erbray ; elles sont assez rares dans ce gisement.

Corbières. — *Aude.* La valentinite a été rencontrée à la mine de las Scorbes près Maisons, associée à de la stibine.

Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 333) y a observé de très petits cristaux nets du type III, offrant l'aspect de la figure 4 de la page 668 du tome II : ils présentent en outre de m (110) et de e^4 (014), la forme x (1.8.28) consistant en troncatures linéaires dans la zone me^4.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* J'ai observé d'assez jolis échantillons de valentinite lamellaire au milieu de la stibiconite provenant de la Chassagne en Saint-Just, près Brioude. Ce gisement est à ajouter à ceux de stibine que j'ai cités t. II, p. 451.

Alpes. — *Isère.* C'est dans la mine des Chalanches en Allemont que la valentinite a été découverte par Mongez qui la décrivit sous le

nom de chaux d'antimoine native (*J. P.* XXIII. 66. 1783). Le minéral passa ensuite pour un chlorure d'antimoine jusqu'à ce que Vauquelin en eût fait l'analyse.

Elle y forme de petites masses fibreuses divergentes ou lamelleuses; elle épigénise l'antimoine natif, plus rarement l'allemontite en se développant le long des clivages de ces minéraux. Un échantillon formé aux dépens d'allemontite et étudié par M. Laspeyres (*op. cit.* 192) ne renferme que des traces d'acide arsénieux, tout celui-ci ayant été enlevé par dissolution. La valentinite de ce gisement est parfois accompagnée de fibres de kermésite.

Algérie. — *Constantine.* Dans tous les gisements précédents, la valentinite n'est qu'un minéral accidentel; il n'en est plus de même

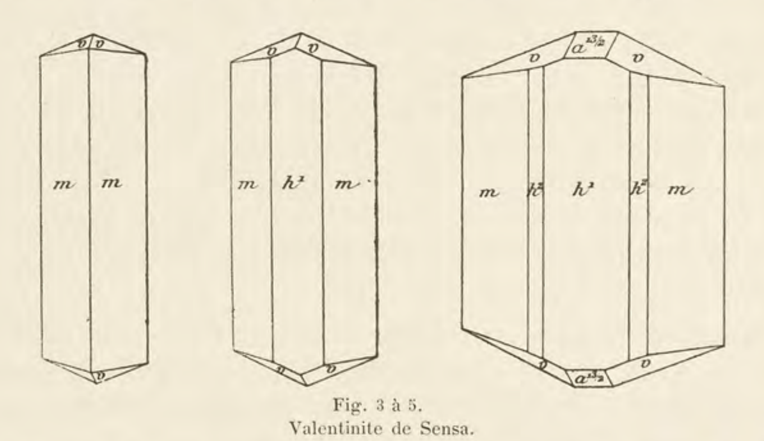


Fig. 3 à 5.
Valentinite de Sensa.

pour le gîte suivant qu'elle constitue au contraire presque exclusivement : il a été autrefois exploité. La mine de Sensa (Senza) est située à 4 kil. de la mine de senarmontite d'Hamimate, sur le versant occidental de la même montagne et dans les mêmes conditions géologiques. C'est ce gisement qui a fourni les échantillons se trouvant dans les collections avec la mention Constantine ou Algérie.

Signalés par de Senarmont (*A. C. P.* XXXI. 504. 1851), les cristaux de valentinite de Sensa ont été étudiés depuis par M. Laspeyres (*Z. K.* IX. 179. 1884). Les fig. 3 à 5 représentent, d'après ce dernier, l'aspect habituel des cristaux de valentinite de Sensa qui sont allongés suivant l'axe vertical et présentent les formes m (110), h^2 (310), h^1 (100), v (2.4.13) et $a^{13/2}$ (2.0.13).

Ces cristaux se trouvent dans les cavités de masses à aspect carié, formées par des aiguilles capillaires, groupées parallèlement ou disposées en masses divergeantes ou palmées ; leur éclat est adamantin et nacré. Les parois des cavités et l'extrémité libre des fibres de valentinite sont souvent d'un beau jaune vif et transformés en *cumengite*.



Fig. 6.
Valentinite fibreuse de Sensa.
(*Photographie un peu réduite.*)

Cette valentinite a été formée par épigénie de stibine. Il n'est pas rare de trouver de grands cristaux à formes distinctes de ce minéral, entièrement transformés en valentinite fibrolamellaire ; celle-ci n'est pas orientée sur le minéral originel.

BISMITE

Bi^2O^3

Orthorhombique : $mm = 101°32$.

$b : h = 1000 : 824{,}730. \quad D = 778{,}467 \quad d = 632{,}430.$
$[a : b : c = 0{,}8166 : 1 : 1{,}0640$ (Nordenskiöld)$]$.

Faciès. La bismite naturelle est très rarement cristallisée sous forme de fines aiguilles, elle est le plus souvent amorphe et se présente en masses terreuses ou compactes.

Densité. La plupart des auteurs donnent pour densité de ce minéral 4,3 à 4,7 ; ces nombres sont peu vraisemblables, la densité de l'oxyde artificiel étant de 8,07 à 8,86. M. Carnot a indiqué pour la bismite de Meymac 9,22, nombre qui est au contraire trop fort, mais qui peut s'expliquer par des impuretés.

Fragile ; cassure imparfaitement conchoïdale.

Coloration et éclat. Gris blanchâtre, vert jaune, jaune paille, parfois un peu brunâtre ; poussière de même couleur, mais plus claire. Éclat adamantin ou résineux, terne dans les variétés terreuses.

Composition chimique. La formule Bi^2O^3 correspond à la composition suivante :

Bi.....	89,6
O......	10,4
	100,0

Mais d'ordinaire la bismite, formée par la décomposition de minéraux bismuthifères, est très impure. L'analyse suivante a été faite par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 478. 1874) sur la bismite de Meymaç, celle-ci était probablement mélangée d'une petite quantité de bismuthite, etc.

Bi^2O^3....	96,70
As^2O^5....	0,13
Sb^2O^5....	0,22
PbO.....	0,55
FeO.....	0,16
SO^3......	0,15
HCl.....	0,20
CO^2.....	0,68
H^2O.....	0,95
	99,74

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne un peu d'eau, devient jaune orangé, puis brune et redevient rose orangé à froid ; à haute température, fond en liquide rouge qui se solidifie en une masse vitreuse jaune. Sur le charbon, donne un bouton métallique de bismuth qui, au feu oxydant, fournit un enduit jaune d'oxyde. Soluble dans les acides (avec légère effervescence, quand elle est mélangée de bismuthite).

Diagnostic. La bismite offre une grande analogie avec la bismuthite avec laquelle elle est souvent associée ; les caractères extérieurs des deux minéraux sont très voisins ; ceux-ci se distinguent par la vive effervescence aux acides et l'eau donnée dans le tube par la bismuthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Corrèze.* La bismite est un produit d'altération des minerais de bismuth ; elle a été rencontrée dans le filon de Meymac où elle résulte plus particulièrement de la décompo-

sition du bismuth natif, alors que la bismuthite semble s'être formée surtout par décomposition de bismuthinite. La bismite de Meymac forme des masses compactes à cassure conchoïde, à éclat un peu résineux, mélangée à de la bismuthite ; sa couleur varie du jaune clair au brunâtre.

GROUPES DU QUARTZ ET DE LA TRIDYMITE

La silice cristallisée constitue deux groupes à propriétés très tranchées.

GROUPE DU QUARTZ		GROUPE DE LA TRIDYMITE
Quartz. (*Quartzine, calcédonite, lutécite*).	SiO^2	*Tridymite.*
Pseudocalcédonite.		*Cristobalite.*

Le quartz est rhomboédrique et plagiédrique ; il possède le pouvoir rotatoire ; ses propriétés peuvent être déduites de la considération des produits fibreux de même composition qui seront décrits plus loin sous les noms de *quartzine*, de *calcédonite* ; ils sont biaxes et comme lui optiquement *positifs*, alors que la pseudocalcédonite est optiquement *négative*. La densité du quartz est de 2,65. Le quartz subit à 570° C. un changement d'état reversible qui modifie ses propriétés optiques, sans détruire son mode de groupement.

Les minéraux du groupe du quartz sont instables au-dessus de 1000° C. et tout semble prouver qu'ils se sont formés dans la plupart de leurs gisements à basse température et souvent même à la température ordinaire. Au-dessus de 1000°, ils deviennent amorphes, mais recristallisent sous la forme de tridymite (briques de fonderies, enclaves dans les roches volcaniques).

Les minéraux du groupe de la tridymite ont une densité voisine de celle du quartz fondu (2,2) ; ils s'attaquent facilement par les alcalis, alors que le quartz résiste davantage à l'action de ceux-ci. La tridymite a un réseau pseudocubique, elle est orthorhombique, pseudohexagonale et à 130° C., subit un changement d'état reversible qui la rend rigoureusement hexagonale. La cristobalite est pseudocubique, quadratique

et à 175° C. subit un changement d'état reversible qui la rend rigoureusement cubique (voir Mallard, *B. S. M.* XIII, 176, 1890); elle est optiquement *négative*, alors que la tridymite est optiquement *positive*.

La tridymite et la cristobalite se sont formées à haute température. La tridymite peut se produire par fusion ; par voie secondaire, elle se transforme en quartz.

Ces deux groupes ont une importance géologique extrêmement inégale ; le quartz joue un rôle considérable dans la constitution de l'écorce terrestre, la tridymite n'est qu'un accident minéralogique de certaines roches volcaniques.

QUARTZ

SiO^2.

Rhomboédrique, hémiédrique holoaxe.

$pp = 94°15'$ (Dx).

angle plan de p (sommet) $= 93°57'30''$.

$[a : c = 1 : 1,79997]$.

Formes observées[1] : e^2 $(10\bar{1}0)$ $(2\bar{1}\bar{1})$, d^1 $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1})$, $k = (b^{1/11}\ d^{1/4}\ d^{1/7})$ $(51\bar{6}0)$ $(11.\bar{4}.\bar{7})$, $c = (b^{1/6}\ d^1\ d^{1/5})$ $(7.4.\bar{11}.0)$ $(6\bar{1}\bar{5})$;

a^4 $(10\bar{1}2)$ (411), p $(10\bar{1}1)$ (100), e^{32} $(11.0.\bar{11}.10)$ $(3.2.\bar{11})$, e^{26} $(90\bar{9}8)$, $(2.6.\bar{11})$, e^{15} $(16.0.\bar{16}.13)$ $(15.\bar{1}.\bar{1})$, e^7 $(80\bar{8}5)$ $(7\bar{1}\bar{1})$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$ $(13.\bar{2}.\bar{2})$, e^6 $(70\bar{7}4)$ $(6\bar{1}\bar{1})$, $e^{11/2}$ $(13.0.\bar{13}.7)$ $(11.\bar{2}.\bar{2})$, e^5 $(20\bar{2}1)$ $(5\bar{1}\bar{1})$, $e^{21/5}$ $(26.0.\bar{26}.11)$ $(2.1.\bar{55})$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$ $(7\bar{2}\bar{2})$, $e^{31/10}$ $(41.0.\bar{41}.11)$ $(31.\bar{10}.\bar{10})$, e^3 $(40\bar{4}1)$ $(3\bar{1}\bar{1})$, $e^{29/10}$ $(13.0.\bar{13}.3)$ $(29.\bar{10}.\bar{10})$, $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{14}.3)$ $(31.\bar{11}.\bar{11})$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ $(11.\bar{4}.\bar{4})$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{11}.2)$ $(8\bar{3}\bar{3})$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ $(13.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ $(5\bar{2}\bar{2})$, $e^{17/7}$ $(80\bar{8}1)$ $(17.\bar{7}.\bar{7})$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{10}.1)$ $(7\bar{3}\bar{3})$, $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{13}.1)$ $(9\bar{4}\bar{4})$, $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{16}.1)$ $(11.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{45}.16)$ $(31.\bar{15}.\bar{15})$;

$e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ $(22\bar{1})$, b^1 $(01\bar{1}2)$ (110), $e^{4/7}$ $(0.11.\bar{11}.10)$ $(77\bar{4})$, $e^{31/50}$ $(0.27.\bar{27}.23)$ $(50.50.\bar{31})$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$ $(44\bar{3})$, $e^{10/13}$ $(0.23.\bar{23}.16)$ $(13.13.\bar{10})$, $e^{5/6}$ $(0.11.\bar{11}.7)$ $(66\bar{5})$, $e^{7/8}$ $(0.15.\bar{15}.9)$ $(88\bar{7})$, $e^{14/15}$ $(0.29.\bar{29}.16)$ $(15.15.\bar{14})$, $e^{9/10}$ $(0.19.\bar{19}.11)$ $(10.10.\bar{9})$, $e^{19/20}$ $(0.13.\bar{13}.7)$ $(20.20.\bar{19})$, e^1 $(02\bar{2}1)$ $(11\bar{1})$, $e^{11/10}$ $(07\bar{7}3)$ $(10.10.\bar{11})$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ $(44\bar{5})$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ $(33\bar{4})$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ $(22\bar{3})$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ $(55\bar{7})$, $e^{11/7}$ $(06\bar{6}1)$ $(7.7.\bar{11})$, $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ $(8.8.\bar{13})$, $e^{5/3}$

1. En raison de la complexité des formes, je donne ici leurs symboles dans la notation de Miller à la suite de ceux de la notation de Bravais.

$(08\bar{8}1)$ $(33\bar{5})$, $e^{19/11}$ $(0.10.\overline{10}.1)$ $(11.11.\overline{19})$, $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$ $(44\bar{7})$, $e^{11/6}$ $(0.17.\overline{17}.1)$ $(6.6.\overline{11})$;

Zone[1] $e^2 s p e^{1/2}$: isoscéloèdres : $s = (d^{1/4} d^1 b^{1/2})$ $(11\bar{2}1)$ $(41\bar{2})$, $\xi = (d^{1/5} d^{1/2} b^1)$ $(11\bar{2}2)$ $(52\bar{1})$;

Plagièdres de la zone pse^2 : supérieurs à s : $t_4 = (b^{1/2} d^1 d^{1/28})$ $(9.1.\overline{10}.9)$ $(28.1.\bar{2})$, $t''_3 = (b^{1/2} d^1 d^{1/23})$ $(23.3.\overline{25}.22)$ $(23.1.\bar{2})$, $t_2 = (d^1 d^{1/7} b^{1/2})$ $(21\bar{3}2)$ $(71\bar{2})$, T_3 $(b^{1/3} d^1 d^{1/26})$ $(11.6.\overline{17}.11)$ $(13.2.\bar{4})$, $T'_2 = (b^{1/10} d^5 d^{1/31})$ $(26.15.\overline{41}.26)$ $(31.5.\overline{10})$, $t' = (b^{1/10} d^5 d^{1/29})$ $(8.5.\overline{13}.8)$ $(29.5.\overline{10})$, $t = (b^{1/4} d^{1/2} d^{1/11})$ $(32\bar{5}3)$ $(11.2.\bar{4})$, $T_1 = (b^{1/20} d^{1/10} d^{1/51})$ $(41.30.\overline{71}.41)$ $(51.10.\overline{20})$, $T_0 = (b^{1/10} d^{1/5} d^{1/24})$ $(19.15.\overline{34}.19)$ $(24.5.\overline{10})$, $t_1 = (b^{1/10} d^{1/5} d^{1/23})$ $(6.5.\overline{11}.6)$ $(23.5.\overline{10})$; inférieurs à s : $\pi = (d^{1/14} d^{1/5} b^{1/10})$ $(35\bar{8}3)$ $(14.5.\overline{10})$, $\varepsilon = (d^{1/5} d^{1/2} b^{1/4})$ $(12\bar{3}1)$ $(52\bar{4})$, $w = (d^{1/16} d^{1/7} b^{1/14})$ $(3.7.\overline{10}.3)$ $(16.7.\overline{14})$, $q = (d^{1/17} d^{1/8} b^{1/16})$ $(3.8.\overline{11}.3)$ $(17.8.\overline{16})$, $\mu = (d^{1/2} d^1 b^{1/2})$ $(13\bar{4}1)$ $(21\bar{2})$, $\mu_2 = (d^{1/12} d^{1/7} b^{1/14})$ $(5.21.\overline{26}.5)$ $(12.7.\overline{14})$, $\lambda = (d^{1/16} d^{1/11} b^{1/22})$ $(5.33.\overline{38}.5)$ $(16.11.\overline{22})$, $d^{1/37} d^{1/5} b^{\ /10}$, $\rho = (d^{1/8} d^{1/5} b^{1/10})$ $(15\bar{6}1)$ $(8.5.\overline{10})$, $\lambda_1 = (d^{1/44} d^{1/29} b^{1/58})$ $(15.21.\overline{102}.15)$ $(44.29.\overline{58})$, $n_1 = (d^{1/8} d^{1/7} b^{1/14})$ $(1.21.\overline{22}.1)$ $(8.7.\overline{14})$;

Plagièdres intermédiaires entre p et $e^{1/2}$: $H_0 = (b^1 d^{1/2} d^{1/15})$ $(13.3.\overline{16}.16)$ $(15.2.\bar{1})$, $H_1 = (b^1 d^{1/2} d^{1/14})$ $(41\bar{5}5)$ $(14.\bar{2}.1)$, $H_2 = (b^1 d^{1/2} d^{1/11})$ $(31\bar{4}4)$ $(11.2.\bar{1})$, $H_4 = (b^{1/13} d^{1/30} d^{1/126})$ $(32.15.\overline{47}.47)$ $(42.10.\bar{5})$, $H_5 = (b^1 d^{1/2} d^{1/6})$ $(43\bar{7}7)$ $(62\bar{1})$, $H_6 = (b^{1/4} d^{1/8} d^{1/21})$ $(13.12.\overline{25}.25)$ $(21.8.\bar{4})$, $\xi_1 = (d^{1/17} d^{1/8} b^{1/4})$ $(34\bar{7}7)$ $(17.8.\bar{4})$, $\xi_2 = (d^{1/19} d^{1/10} b^{1/5})$ $(35\bar{8}8)$ $(19.10.\bar{5})$, $\xi_3 = (d^{1/18} d^{1/10} b^{1/5})$ $(8.15.\overline{23}.23)$ $(18.10.\bar{5})$, $\gamma_1 = (d^{1/7} d^{1/4} b^{1/2})$ $(12\bar{3}3)$ $(74\bar{2})$, $\xi_4 = (d^{1/16} d^{1/10} b^{1/5})$ $(25\bar{7}7)$ $(16.10.\bar{5})$, $\beta_1 = (d^{1/3} d^{1/2} b^1)$ $(13\bar{4}4)$ $(32\bar{1})$, $\beta = (d^{1/20} d^{1/14} b^{1/7})$ $(27\bar{9}9)$ $(20.14.\bar{7})$, γ_4 $(d^{1/5} d^{1/4} b^{1/2})$ $(16\bar{7}7)$ $(54\bar{2})$, $\beta_5 = (d^{1/12} d^{1/10} b^{1/5})$ $(2.15.\overline{17}.17)$ $(12.10.\bar{5})$, $\beta_6 = (d^{1/11} d^{1/10} b^{1/5})$ $(1.15.\overline{16}.16)$ $(11.10.\bar{5})$;

Plagièdres de la zone $e^{1/2} s e^2$: supérieurs à s : $\tau_8 = (d^{1/20} d^{1/19} b^{1/10})$ $(1.30.\overline{29}.29)$ $(20.19.\overline{10})$, $\tau_4 = (d^{1/16} d^{1/13} b^{1/8})$ $(17\bar{8}7)$ $(16.13.\bar{8})$, $\tau_1 = (d^{1/10} d^{1/7} b^{1/5})$ $(14\bar{5}4)$ $(10.7.\bar{5})$; inférieurs à s : $\sigma = (b^{1/4} d^1 d^{1/3})$ $(7.5.\overline{12}.5)$ $(81\bar{4})$, $u = (b^{1/8} d^1 d^{1/4})$ $(31\bar{4}1)$ $(8\bar{1}\bar{4})$, $y = (b^{1/10} d^{1/2} d^{1/5})$ $(41\bar{5}1)$ $(10.\bar{2}.\bar{5})$, $x = (b^{1/4} d^1 d^{1/2})$ $(51\bar{6}1)$ $(4\bar{1}\bar{2})$, $\rho_1 = (b^{1/26} d^{1/10} d^{1/13})$ $(12.1.\overline{13}.1)$ $(26.\overline{10}.\overline{13})$, $\rho_2 = (b^{1/12} d^{1/5} d^{1/6})$ $(17.1.\overline{18}.1)$ $(12.\bar{5}.\bar{6})$, $\rho_3 = (b^{1/16} d^{1/7} d^{1/8})$ $(23.1.\overline{24}.1)$ $(16.\bar{7}.\bar{8})$;

1. Les nombreuses formes de la zone e^2 s p $e^{1/2}$ ont été énumérées dans trois alinéas en allant de p à e^2, de p à $e^{1/2}$ et de $e^{1/2}$ à e^2. Pour éviter les complications typographiques, ces formes qui sont toujours hémièdres seront écrites dans le cours de ce livre x $(51\bar{6}1)$, au lieu de $^{1/2}$ $x[\lambda\,(51\bar{6}1)]$, etc.

$z = (b^{1/72}\, d^{1/27}\, d^{1/34})$ $(99.7.\bar{1}\bar{0}\bar{6}.11)$ $(72.\bar{2}\bar{7}.\bar{3}\bar{4})$, $\Gamma_1 = (d^{1/37}\, d^{1/35}\, b^{1/20})$ $(32.15.\bar{1}\bar{7}.62)$ $37.5.\bar{1}\bar{0})$, $\Phi = (b^{1/25}\, d^{1/5}\, d^{1/11})$ $(10.2.\bar{1}\bar{2}.3)$ $(25.\bar{5}.\bar{1}\bar{1})$; $\Delta = (b^{1/9}\, d^{1}\, d^{1/6})$ $(10.5.\bar{1}\bar{5}.2)$ $(9\bar{1}\bar{6})$; $M = (b^{1/37}\, d^{1/2}\, d^{1/110})$ $(108.39.\bar{1}\bar{4}\bar{7}.75)$ $(110.\bar{2}.\bar{3}\bar{7})$; $\Sigma_1 = (b^{1/43}\, d^{1/18}\, d^{1/21})$ $(61.3.\bar{6}\bar{4}.4)$ $(43.\bar{1}\bar{8}.\bar{2}\bar{1})$; $\chi_1 = (b^{1/20}\, d^{1}\, d^{1/2})$ $(21.1.\bar{2}\bar{2}.27)$ $(20.\bar{1}.\bar{2})$; $\Lambda = (d^{1/7}\, d^{1/5}\, b^{1/3})$ $(2.8.\bar{1}\bar{0}.9)$ $(75\bar{3})$.

Macles. Les macles de quartz sont extrêmement abondantes, mais ne se trahissent pas toujours par des caractères extérieurs, et l'étude optique est souvent nécessaire pour les mettre en lumière ; celle-ci montre qu'il n'existe pour ainsi dire pas de cristaux de quartz qui en soient dépourvus.

1° Macles à axes parallèles. — Ces macles ont lieu par rotation autour de l'axe ternaire, elles peuvent donner lieu à trois types :

a) Le groupement est symétrique par rapport à a^1 (0001), les faces p et $e^{1/2}$ des deux sommets sont alors placées à l'extrémité de la même

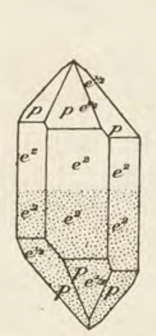


Fig. 1.
Macle symétrique par rapport à a^1 (0001) (type *a*), combinée à la macle type *b*.

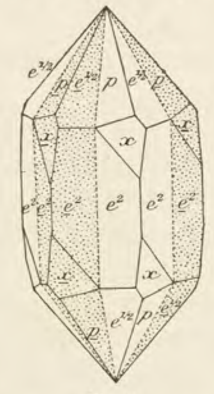


Fig. 2.
Macle symétrique par rapport à e^2 $(10\bar{1}0)$ (type *b*).

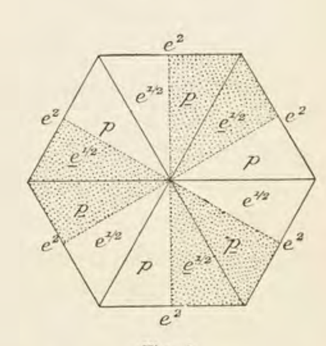


Fig. 3.
Projection sur la base d'une macle du type *b*.

face e^2 (fig. 1). Le plus souvent les deux individus qui constituent cette macle ont la même rotation, parfois cependant, ils sont de signe contraire. La macle est surtout très apparente quand les faces p et $e^{1/2}$ ont un développement ou un faciès différent ou quand il existe, comme dans les cristaux de Bône et de Carrare, des hémiprismes dodécagonaux qui ne se trouvent par suite que sur la moitié seulement d'une même arête verticale.

b) La macle est symétrique par rapport à une face e^2 quelquefois il y a accolement des deux individus (fig. 6 à gauche) ou pénétration incomplète de ceux-ci (fig. 6 à droite) (Barèges, Oisans) ; théoriquement les faces p et $e^{1/2}$ des deux cristaux devraient être sur le même

plan et les faces $e^{1/2}$ $\bar{e}^{1/2}$, p $\bar{p}$ contiguës devraient faire un angle de 76°20′, mais Des Cloizeaux a montré que ce parallélisme n'existait pas toujours rigoureusement, que l'angle des deux formes en question s'éloignait souvent de plus de 1° de leur valeur réelle ; les axes des deux cristaux ne sont donc pas rigoureusement parallèles : ce fait est facile à vérifier sur les cristaux de l'Oisans.

Plus fréquemment, il y a enchevêtrement complet des cristaux maclés ; s'il existe des formes hémièdres (fig. 5), on les voit apparaître sur plusieurs arêtes contiguës, mais si elles n'existent pas, la pénétration ne se trahit à l'extérieur que par la discordance des stries sur e^2, des brisures, des taches dépolies $e^{1/2}$, sur les faces brillantes du rhomboèdre primitif (fig. 4 et 5), etc. Il existe une variété infinie dans l'orientation et la grandeur relative des composants ; l'étude optique et les figures de corrosion permettent de les démêler.

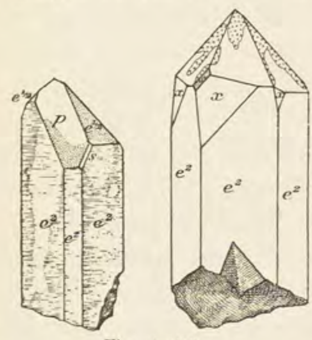


Fig. 4 et 5.
Macles du type *b* (fig. 4) ne se manifestant que par des marbrures ou (fig. 5) présentant des marbrures et des faces hémièdres.

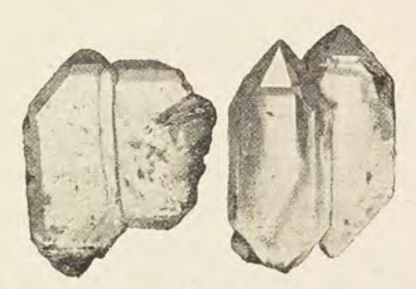


Fig. 6.
Macles du type *b* (filon de La Gardette) par accolement (à gauche) ou par pénétration incomplète (à droite).

Les individus composant ces groupements peuvent être tous du même signe (fig. 5 Bône, Valais, etc.), ils peuvent aussi être de signe différent quand bien même l'examen des formes extérieures ne semble pas l'indiquer (Oisans).

c) Enfin la macle est symétrique par rapport à une face d^1 $(11\bar{2}0)$ (macle du Brésil), les faces p et $\bar{p}$, $e^{1/2}$ et $\bar{e}^{1/2}$ coïncident ; les individus constituant la macle sont d'ordinaire les uns droits, les autres gauches ; les figures 7 et 8 représentent l'aspect théorique de cette macle. Mais le plus souvent, elle se produit par enchevêtrement irrégulier ou comme dans l'améthyste par emboîtement de couches alternativement droites ou gauches. (Voir à *propriétés optiques*, page 42).

On trouve parfois des cristaux formés par l'un de ces groupements à axes parallèles et terminés à l'une de leurs extrémités par un pointement unique, alors que dans l'autre, on peut distinguer le très grand nombre des individus constituant l'assemblage (Oisans, Barèges, etc).

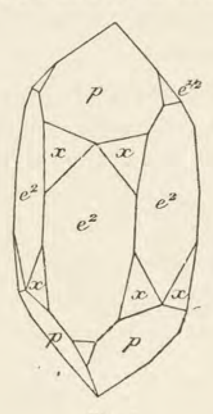


Fig. 7.
Macle symétrique par rapport à d^1 (11$\bar{2}$0) (type c) simulant un cristal simple.

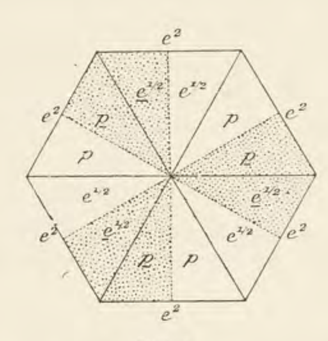


Fig. 8.
Projection sur la base d'une macle du type c (macle du Brésil).

2° Macles à axes inclinés. — a) *Macle de la Gardette.* Cette macle a lieu suivant une face de l'isoscéloèdre ξ (11$\bar{2}$2) ; les axes verticaux des individus constituants font entre eux un angle de 84°34′. Les deux composants ont chacun une face e^2 dans le même plan (fig. 71 à 73). Tantôt ce sont les formes semblables (p et $\bar{p}$, $e^{1/2}$ et $\bar{e}^{1/2}$), qui se correspondent sur le sommet libre de chaque individu (fig. 58 et 69), tantôt au contraire (fig. 70), ce sont des faces de symboles différents p et $e^{1/2}$.

Enfin, les deux composants peuvent être de même rotation ou de rotation différente.

b) G. Rose a cité une macle suivant p (10$\bar{1}$1) ; les axes verticaux des deux individus font un angle de 103°34′. M. Friedel a observé une macle à axes rectangulaires (cristaux artificiels de quartz). Ces deux macles n'ont pas été observées dans les gisements étudiés dans ce livre.

3° Macles vicinales. — Le quartz, et particulièrement le quartz enfumé de quelques localités (Saint-Gothard, Mont-Blanc), se présente en cristaux remarquablement tordus en hélice. Tantôt l'assemblage est constitué par des cristaux imparfaits soudés (groupements ouverts), tantôt la soudure est plus ou moins complète et parfois totale (groupements fermés ou semi-fermés).

L'interprétation théorique de ces groupements, souvent décrits, a reçu une élégante solution de la part de M. Tschermak (*Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien*, 1894) qui les appelle des *macles vicinales* et les compare à celles qui constituent les groupements vermiculés des chlorites. L'individu élémentaire de ces macles (dicristal) est constitué par deux cristaux maclés suivant e^2 (avec prédominance de l'un d'eux). Dans les groupements ouverts, des dicristaux se maclent entre eux (par entrecroisement) suivant un rhomboèdre direct, vicinal de la base ($a^1\ \delta = 1'40''$). Pour expliquer les groupements fermés et semi-fermés, il faut quelque chose de plus, une troisième macle (avec répétition) suivant une face d'un prisme dodécagonal vicinal de d^1 ($11\bar{2}0$).

Les individus constituant ces groupements sont tous de même signe et simulent un cristal unique offrant les faces hémiédriques (généralement x) caractéristiques de celui-ci. Ils sont le plus souvent aplatis suivant une face e^2 (fig. 44).

Les angles suivants ont été observés par Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*) sur les cristaux de diverses localités françaises (Dx), par M. Gonnard, (*op. cit.*, sur ceux de Meylan) et enfin par moi-même (Lx) sur le quartz des localités indiquées plus loin : parmi les très nombreuses mesures que j'ai dû effectuer pour déterminer les cristaux décrits dans ce chapitre, je ne citerai que celles qui sont nécessaires pour légitimer la détermination de faces peu communes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e^2\ e^2$	120°	
$e^2\ k$ adj.	171°3′	
$k\ k$ sur d^1	137°54′	
$e^2\ c$ adj.	158°57′	
$e^2\ d^1$	150°	
$p\ a^4$	160°38′	
$p\ e^{32}$	177°23′	177°34′ Lx
$p\ e^{26}$	176°46′	176°24′ Lx
$p\ e^{15}$	174°24′	174°35′ G
$p\ e^7$	168°	167°59′ G
$p\ e^{13/2}$	167°4′	167°15′ Lx
$p\ e^6$	166°1′	165°40′ G
$p\ e^{11/2}$	164°46′	
$p\ e^5$	163°16′	162°58′ Lx. 163°3′ G
$p\ e^{21/5}$	160°12′	160°9′ à 11′ G
$p\ e^{7/2}$	156°29′	156°28′ Lx
$p\ e^{31/10}$	153°43′	153°41′ à 154°2′ G
$p\ e^3$	152°55′	152°42′ à 52° G
$p\ e^{29/10}$	152°5′	152°14′ Lx
$p\ e^{31/11}$	151°23′	151°20′ Lx. 24′ G
$p\ e^{11/4}$	150°44′	150°24′ à 46′ G
$p\ e^{8/3}$	149°56′	
$p\ e^{13/5}$	149°16′	149°7′ G
$p\ e^{5/2}$	148°12′	
$p\ e^{17/7}$	147°24′	
$p\ e^{7/3}$	146°17′	146°22′ G
$p\ e^{9/4}$	145°15′	145°22′ Lx
$p\ e^{11/5}$	144°36′	
$p\ e^{31/15}$	142°46′	142°40′ Lx.
$p\ e^2$	141°47′	
$p\ e^{1/2}$ sur a^1	76°26′	
$e^{1/2}\ b^1$	160°38′	
$e^{1/2}\ e^{4/7}$	177°23′	177°28′ G
$e^{1/2}\ e^{31/50}$	175°38′	175°46′ G

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e^{1/2}\ e^{3/4}$	171°8′	171°11′ G
$e^{1/2}\ e^{10/13}$	170°30′	170°54′ G
$e^{1/2}\ e^{5/6}$	168°24′	168°48′ G
$e^{\ /2}\ e^{7/8}$	167°4′	167° Lx
$e^{1/2}\ e^{14/15}$	165°16′	165°30′ Lx
$e^{1/2}\ e^{9/10}$	166°17′	
$e^{1/2}\ e^{19/20}$	164°46′	164°27′ G
$e^{1/2}\ e^{1}$	163°16′	
$e^{1/2}\ e^{11/10}$	160°26′	160°44′ G
$e^{1/2}\ e^{5/4}$	156°29′	
$e^{1/2}\ e^{4/3}$	154°28′	
$e^{1/2}\ e^{3/2}$	150°44′	150°40′ à 51′ G
$e^{1/2}\ e^{7/5}$	152°55′	
$e^{1/2}\ e^{11/7}$	149°16′	149°10′ Lx
$e^{1/2}\ e^{13/8}$	148°12′	
$e^{1/2}\ e^{5/3}$	147°24′	147°17′ G
$e^{1/2}\ e^{19/11}$	146°17′	146°18′ G
$e^{1/2}\ e^{7/4}$	145°53′	145°50′ G
$e^{1/2}\ e^{11/6}$	144°26′	
$e^{1/2}\ e^{2}$	141°47′	
$p\ b^{1}$	137°7′	
$p\ p$ sur b^{1}	94°15′	
$p\ t_4$	175°34′	175°29′ G
$p\ t''_3$	174°36′	174°42′ G
$p\ t_2$	162°37′	
$p\ T_3$	161°22′	161°15′ à 20′ G
$p\ T'_2$	160°31′	160°46′ G
$p\ t'$	159°16′	159°25′ G
$p\ t$	158°13,	158°11′ à 16′ G
$p\ T_1$	156°40′	156°46′ G
$p\ T_0$	155°22′	155°10′ à 18′ G
$p\ t_1$	154°24′	
$p\ s$	151°6′	
$p\ \pi$	141°31′	
$p\ \varepsilon$	138°13′	138°9′ G
$p\ w$	135°35′	135°30′ Lx
$p\ q$	133°25′	133°10′ Lx
$p\ \mu$	131°37′	131°22′ Lx
$p\ \mu_2$	127°7′	
$p\ \rho$	125°9′	125°20′ Lx
$p\ \lambda_1$	123°39′	
$p\ \lambda$	122°30′	122°29′ Lx
$p\ n^{1}$	116°15′	
$p\ e^{2}$	113°8′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$s\ e^{2}$	142°2′	
$p\ H_0$	171°49′	171°58′ G
$p\ H_1$	171°15′	171°22′ G. 39′ Lx
$p\ H_2$	168°56,	168°44′ G
$p\ H_4$	165°39′	165°29′ G
$p\ H_5$	160°22′	160°9′ Lx, 17 à 21′ G
$p\ H_6$	157°51′	157°43′ à 52′ G. 44′ Lx
$p\ \xi$	156°52′	
$p\ \xi_1$	153°22′	
$p\ \xi_2$	150°46′	150°27′ à 32′ G 151°2′ Lx
$p\ \xi_3$	149°28′	149°45, G
$p\ \gamma_1$	148°46′	148°47 à 58′ G
$p\ \xi_4$	146°30′	146°11′ G
$p\ \beta_1$	144°49′	144°45′ Lx
$p\ \beta$	143°31′	143°28′ G
$p\ \gamma_4$	139°54′	
$p\ \beta_5$	138°	138°25′ G
$p\ \beta_6$	136°23′	136°27′ à 39′ G 25′ Lx
$p\ e^{1/2}$	133°44′	
$\beta\ e^{1/2}$	170°13′	
$e^{1/2}\ \tau_8$	178°34′	178°35′ G
$e^{1/2}\ \tau_4$	174°21′	
$e^{1/2}\ \tau_1$	170°29′	
$e^{1/2}\ s$	151°6′	
$e^{1/2}\ \sigma$	144°46′	
$e^{1/2}\ u$	131°37′	131°35′ Lx
$e^{1/2}\ y$	127°43′	
$e^{1/2}\ x$	125°9′	
$e^{1/2}\ \nu_1$	118°29′	118°27′ Lx
$e^{1/2}\ \nu_2$	116°57′	
$e^{1/2}\ \nu_3$	115°59′	
$e^{1/2}\ e^{2}$	113°8′	
$\sigma\ e^{2}$	148°22′	
$u\ e^{2}$	161°31′	
$y\ e^{2}$	165°25′	
$x\ e^{2}$	167°59′	
$\nu_2\ e^{2}$	176°11′	176°9′ Lx
$\nu_3\ e^{2}$	177°9′	177°1′ Lx
$p\ \Lambda$ adj.	141°50′	
p M adj.	161°5′	
$p\ \sigma$ adj.	152°32′	
$p\ \Delta$ adj.	144°8′	
$p\ u$ adj.	151°18′	
$p\ y$ adj.	149°54′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\ \Gamma_1$	151°44′	151°40′ G
$p\ \Phi$ adj.	152°34′	
$p\ \chi_1$	173°24′	
$p\ x$ adj.	148°46′	
$p\ \Sigma_1$ adj.	144°36′	
$e^{1/2}$ M	139°19′	
M x sur $e^{7/2}$	152°11′	152°25′ Dx
$e^{1/2}\ \pi$ adj.	152°45′	
$e^{1/2}\ \varepsilon$ adj.	152°37′	
$e^{1/2}\ \omega$ adj.	152°15′	
$e^{1/2}\ q$ adj.	151°47′	
$e^2\ \Lambda$	140°56′	140°45′ Dx
$e^2\ \beta$	137°38′	
$\Lambda\ \beta$	176°42′	177°5′ Dx
$e^{8/3}\ x$	171°7′	
$e^{8/3}\ e^{7/4}$	120°15′	
$x\ e^{7/4}$	111°22′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e^{17/7}\ \Phi$	169°7′	
$e^{17/}\ s$	145°36′	
$\Phi\ s$	156°29′	
$e^{31/15}\ \Sigma_1$	176°57′	
$e^{31/15}\ x$	168°38′	168°15′ Dx
$\Sigma_1\ x$	171°40′	171°37′ Dx
$e^{4/3}\ q$	165°5′	
$e^{4/3}\ u$	135°3′	
$q\ u$	149°58′	150°8′ Lx
$e^{1/2}\ \pi$	159°22′	
$e^{1/2}\ u$	126°12′	
$e^{3/2}\ \mu_2$	169°41′	
$e^{3/2}\ x$	129°32′	
$\mu_2\ x$	139°51′	
$b^1\ b^1$ culm.	124°41′	
$x\ \Delta$	169°51′	169° Dx
$x\ \chi_1$	155°22′	155°10′ Dx
$p\ x$ adj.	148°46′	148°47′ Dx

Formes et faciès. La forme constante et caractéristique du quartz est le rhomboèdre primitif p $(10\bar{1}1)$, ordinairement accompagné de $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ et de e^2 $(10\bar{1}0)$.

Les faces du prisme e^2 sont striées horizontalement (fig. 32), cependant ces stries n'existent généralement pas sur les cristaux formés dans les calcaires, dans les marnes (Dauphiné, Pyrénées) ; les faces de ces derniers cristaux sont souvent ondulées, creusées de cavités inégales.

Le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ et les prismes dodécagonaux toujours hémièdres ont leurs faces mates et arrondies.

Les faces du rhomboèdre primitif sont en général plus développées que celles de $e^{1/2}$ (fig. 9 et 10), souvent (Oisans) l'une d'elles domine de telle sorte que les cinq autres faces du pointement sont extrêmement réduites ou même absentes (fig. 95). Les faces p sont très brillantes, quelquefois verruqueuses, couvertes de petits triangles sphériques ou rectilignes, isocèles, en relief ou en creux, ayant leur base parallèle à l'arête $p\ e^2$; quelquefois (Oisans), elles ont un reflet rouge ou rose.

Les faces $e^{1/2}$, d'ordinaire plus petites que les faces p, sont en général moins brillantes, moins ondulées, souvent mates, offrant parfois (Oisans) un reflet verdâtre.

Les rhomboèdres directs sont brillants, parfois courbes, les inverses souvent mats ou finement striés parallèlement à l'arête $e^{1/2}\ e^2$.

Parmi les faces les plus habituelles, s est d'ordinaire l'une des plus

brillantes, elle est souvent striée parallèlement à l'arête *s p* ; ε est striée dans la même direction et souvent mate (Oisans) ; *x* est toujours brillante et *u* souvent terne. Dans tout cristal simple, géométriquement et physiquement, la face rhombe *s* ne se trouve que sur les trois angles alternes du prisme e^2 (fig. 9 et 10). Le sens de la rotation est indiqué par la position de *s* par rapport à la face *p* (10$\bar{1}$1) supérieure placée devant l'observateur (fig. 10, cristal dextrogyre, fig. 9, cristal lévogyre) ; quand *p* et $e^{1/2}$ ont le même développement et la même structure physique, la position de *p* peut être trouvée par la considération des stries ou des figures (fig. 14 et 15) que *s* porte d'ordinaire : elles sont parallèles à l'arête *s p*. Le sens de la rotation est rendu plus évident encore quand il existe des faces plagièdres (fig. 12 et 13) ou quand le cristal a été attaqué par l'acide fluorhydrique (fig. 18 et 19) étudié au point de vue de la pyroélectricité.

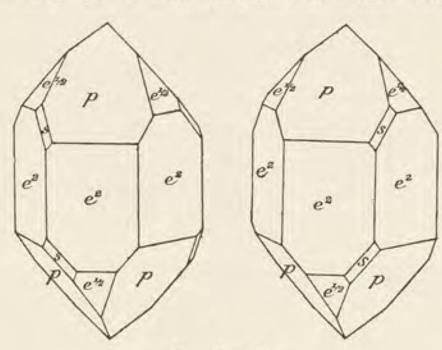


Fig. 9 et 10.
Quartz gauche et quartz droit.

Parmi les formes hémièdres énumérées plus haut, les plagièdres inférieurs à *s* des zones $e^{1/2}$ *s* e^2 et *p s* e^2 sont les plus fréquents. Les formes intermédiaires entre *p* et $e^{1/2}$ sont en général très courbes, leurs arêtes d'intersection ne sont pas toujours rectilignes, elles sont généralement réduites à une seule face. (Voir à *figures de corrosion*).

Les cristaux de quartz sont soit allongés suivant l'axe vertical par suite du très grand développement de e^2, soit raccourcis. Les faces prismatiques peuvent même disparaître complètement et le cristal est alors réduit à *p* et $e^{1/2}$ (fig. 34).

Ces cristaux présentent des anomalies nombreuses dont la plus fréquente est l'aplatissement suivant une face e^2 (fig. 66) et parfois en outre grand allongement suivant une arête horizontale *p* e^2 (fig. 67). Cet allongement est souvent produit par le groupement suivant cette arête d'un grand nombre d'individus semblables. Il existe de nombreux autres cas d'allongement anormal, notamment suivant une arête oblique *p* e^2 ou *p* $e^{1/2}$ (fig. 68) ; ces allongements sont accompagnés de disparition ou d'extrême réduction de certaines faces

donnant parfois aux cristaux un aspect dissymétrique (quartz sphaloïde d'Haüy). Je décrirai page 97 diverses malformations curieuses que j'ai observées à la Gardette (fig. 74 à 76).

Dans quelques filons, on rencontre des cristaux de quartz dans la cristallisation desquels il y a eu des interruptions intermittentes, pendant lesquelles un dépôt extrêmement mince d'argile s'est produit sur les faces p et $e^{1/2}$; il est souvent possible, grâce à cette particularité, de déboîter les zones d'accroissement de ce quartz qui est dit *encapuchonné* (fig. 41).

Les cristaux formés dans les argiles ou dans les calcaires présentent fréquemment une structure très remarquable ; leurs zones successives d'accroissement n'ont été que *partiellement* interrompues par le dépôt d'argile, il en résulte un défaut de continuité sur certaines faces et par suite, des cavités irrégulières qui restent plus ou moins remplies d'argile. Les cristaux de ce genre ont un aspect cristallitique curieux, leurs faces sont creuses, à contours irréguliers ou polyédriques (Meylan, Marcoux, Cheraute, etc.) : il existe fréquemment dans ces cristaux des faces ondulées intermédiaires entre p et $e^{1/2}$.

Dans les cristaux de quartz des sources thermales, dans ceux des pseudomorphoses de gypse des environs de Paris, on observe très fréquemment des individus creux, groupés en rosettes très régulières.

Le nom de *babelquartz* a été donné à des cristaux terminés par des pyramides basées, constituées par des lames décroissant en escalier ; ils ont été pris autrefois pour des cristaux de quartz basé. Des Cloizeaux a montré (fig. 11) que leur prétendue base est en réalité une face p ou $e^{1/2}$ qui a servi de point d'attache au cristal de quartz sur le minéral étranger qui le supportait ; on reconnaît par des mesures que les faces qui bordent la face d'aplatissement sont, suivant les cas p, $e^{1/2}$ ou e^2. Dans d'autres cas, le plan terminal du babelquartz est une face e^2.

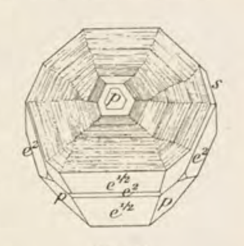


Fig. 11.
Babelquartz.

Enfin le quartz forme des masses fibreuses, parfois bacillaires (fig. 35), grenues ou compactes. Ces dernières ont une microstructure remarquable dont il est question à l'article *quartzine*, etc.

Figures de corrosion. Les figures de corrosion naturelles sont fréquentes dans le quartz et ont été depuis longtemps étudiées (Leydolt, Baumhauer, Penfield, etc.). De même que celles que l'on produit arti-

ficiellement, elles conduisent à des remarques importantes sur la structure intime des cristaux.

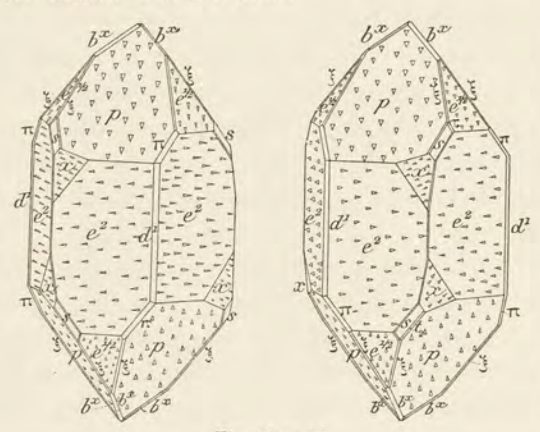


Fig. 12 et 13.
Schéma des figures de corrosion naturelle du quartz.

Les figures 12 et 13 représentent un schéma des principales figures de corrosion du quartz, d'après M. Molengraaff, qui a publié un important travail sur ce sujet (*Z. K.* XIV. 173, 1888 et XVII, 137, 1889). Ces figures sont en relief ou plus rarement en creux. Les fig. 14 et 15 reproduisent la photographie de figures de ce genre, remarquablement belles, que j'ai observées sur les faces *s* de cristaux droits et de cristaux gauches du quartz de la Gardette.

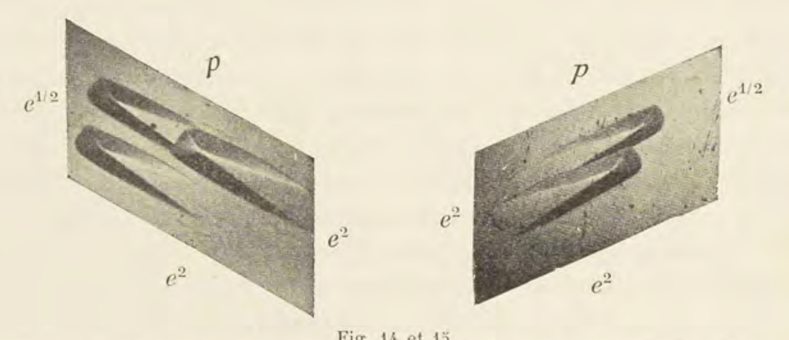


Fig. 14 et 15.
Figures en relief sur les faces *s* d'un cristal droit (fig. 15) et d'un cristal gauche (fig. 14) de quartz de La Gardette. (*Photographie avec grossissement de 5 diamètres*).

M. Molengraaff a montré comment les figures de corrosion obtenues en attaquant le quartz par des carbonates alcalins (fig. 16 et 17) sont extrêmement semblables à celles qui sont naturelles dans ce minéral (fig. 12 et 13) et fort différentes au contraire de celles (fig. 18 et 19) obtenues par l'acide fluorhydrique. Il y a là une indication intéressante de l'origine probable des figures de corrosion naturelles de quartz.

Un grand nombre d'arêtes du quartz (arêtes prismatiques et arêtes pp, pe^2 (zône $p\pi e^2$), ps, $pe^{1/2}$, $e^{1/2}s$, px, $xe^{1/2}$, se^2, etc.), sont fréquem-

ment arrondies ou garnies de faces plus ou moins corrodées et courbes; ces faces (notamment d^1, ξ, γ, γ_x, t_x, v_x, H_x, etc.) à symboles dont souvent la complexité saute aux yeux (page 27) doivent être considé-

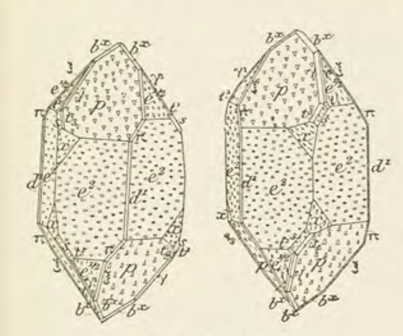


Fig. 16 et 17.
Figures de corrosion du quartz, produites par l'action des carbonates alcalins.

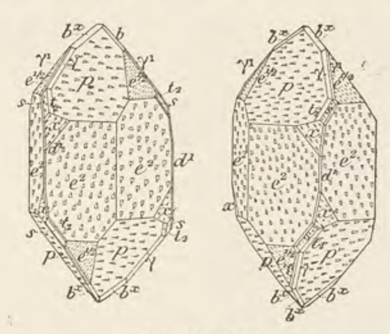


Fig. 18 et 19.
Figures de corrosion du quartz, produites par l'action de l'acide fluorhydrique.

rées non comme de véritables faces, mais comme des plans de corrosion. Il est possible d'obtenir expérimentalement beaucoup d'entre elles.

Déformations secondaires des cristaux. Les cristaux de quartz présentent parfois des déformations d'origine secondaire. Elles sont dues à des actions mécaniques. Dans quelques filons (La Gardette), il existe des cristaux brisés (fig. 21) et ressoudés par un nouvel apport de quartz. J'ai trouvé dans l'Ariège, à Pitourless en Lordat, des cristaux qui ont subi une torsion en forme de crosse ou une torsion hélicoïdale dont les fig. 20, 22, 37 et 38 représentent les effets. Examinés au microscope, ces cristaux se montrent constitués par des plages à extinction roulante qui sont caractéristiques des cristaux de quartz des roches ayant subi une forte compression. Les déformations de ce genre s'observent avec une grande fréquence dans le quartz des roches de toutes les régions dynamométamorphisées.



Fig. 20 à 22.
Cristaux de quartz déformés par action mécanique [(fig. 20 et 22), quartz tordu de Trimounts (Ariège), p. 71] quartz brisé et resoudé (fig. 21), de La Gardette.

Clivages. Clivages difficiles [ou plans de séparation d'origine mécanique (Judd)] suivant p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, ne s'observant que

dans des gisements spéciaux (quartz laminaire des pegmatites du Plateau Central, par exemple), plus difficiles encore suivant e^2 $(10\bar{1}0)$ et a^1 (0001). Ces divers clivages s'obtiennent aisément quand on



Fig. 23.
Inclusions à deux liquides dans cavité sans forme géométrique. Quartz de Madagascar. (*Photographie, grossissement de 125 diamètres.*)

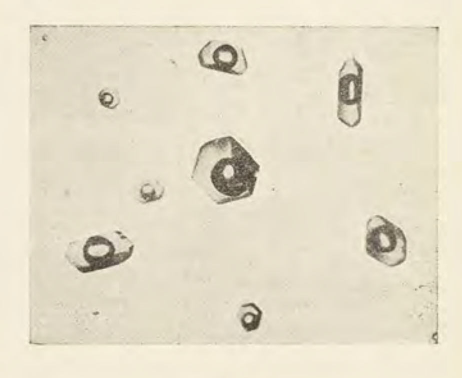


Fig. 24.
Inclusions à un seul liquide dans cristaux négatifs. Quartz de Madagascar. (*Photographie, grossissement de 125 diamètres.*)

presse avec une aiguille sur une lame très mince de quartz convenablement taillée (Mallard) : celle-ci est remarquablement flexible.

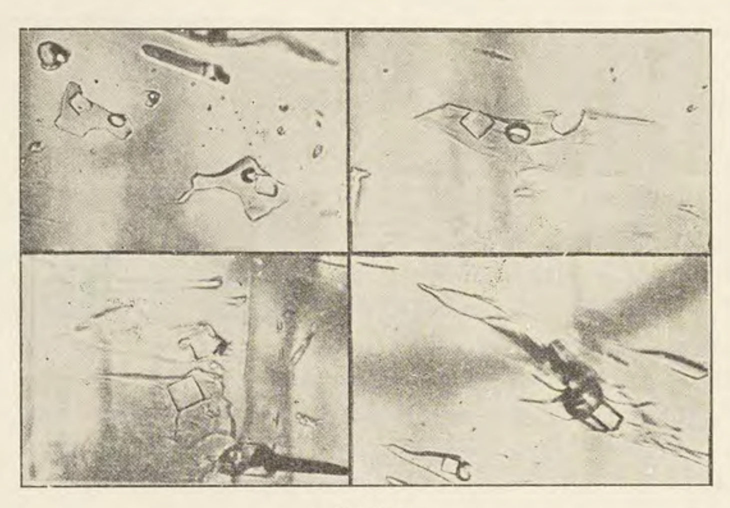


Fig. 25.
Inclusions liquides avec libelle et cristaux cubiques de Na Cl dans émeraude. (*Photographie, grossissement de 180 diamètres.*)

Cassure conchoïdale ou inégale, montrant quelquefois des rides (rap-

pelant l'empreinte du doigt sur une matière plastique), indices de la structure complexe due à la macle du Brésil (améthyste et quartz vert).

Dureté. 7. Les cristaux sont assez fragiles.

Densité. 2.653 à 2.654 ; les variétés cryptocristallines sont plus ou moins denses suivant la nature de leurs impuretés.

Inclusions. Les inclusions les plus caractéristiques du quartz sont les inclusions liquides (fig. 23 et 24), constituées soit par de l'eau, soit par de l'anhydride carbonique et parfois les deux, avec une libelle ; celle-ci est souvent spontanément mobile lorsque l'inclusion est très petite ; ces inclusions ont parfois la forme de cristaux négatifs (fig. 24). Elles peuvent renfermer aussi un sel cubique (Na Cl), semblable à celui de la fig. 25, ou un sel plus soluble à chaud qu'à froid. Elles sont surtout abondantes dans le quartz enfumé, dans le quartz laiteux. Les inclusions liquides sont dans d'autres cas constituées par un liquide carburé et sont alors la cause de l'odeur empyreumatique ou fétide que dégage par le choc le quartz qui les renferme (dans les pegmatites, les filons stannifères).

Fig. 26.
Cristal de quartz de la Gardette avec inclusions liquides disposées en traînées parallèles aux faces p et $e^{1/2}$. (*Photographie, grossissement de 2 diamètres environ.*)

Les inclusions liquides sont distribuées par traînées, et parfois disposées parallèlement à certaines faces du cristal, constituant des plans qui apparaissent troubles au milieu du quartz hyalin (fig. 26). Elles sont quelquefois très grosses, visibles à l'œil nu dans leurs détails (*quartz aérohydre*), la bulle gazeuse se déplaçant dans le liquide par agitation du cristal.

Le quartz renferme parfois des inclusions gazeuses ou vitreuses (dans roches éruptives), de longues aiguilles de rutile (cheveux de Vénus : voir la figure à *rutile*), de tourmaline (Madagascar), d'épidote, d'actinote ou de trémolite (quand celles-ci sont régulièrement disposées, elles constituent les variétés de quartz appelées *œil de chat*), de chlorite [elles sont parfois assez abondantes pour colorer uniformément le minéral en vert (*quartz chlorité*)], d'argile de diverses couleurs.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, jaune de diverses nuances, brun, noir, rouge, rose, violet, plus rarement vert, bleu. Éclat vitreux,

parfois un peu gras, très vif dans les variétés cristallines. Poussière blanche dans les variétés pures, de la même couleur, mais plus claire dans les variétés colorées par des impuretés. Transparent à opaque.

Les noms des variétés suivantes sont basés sur la coloration :

Le *quartz hyalin* ou *cristal de roche* est la variété la plus pure, incolore et limpide, l'*améthyste* la violette (devenant verte par chauffage ou exposition à l'air), le *quartz topaze* la jaune, le *quartz enfumé*, la jaune foncé, brune ou noire. Le *quartz laiteux* est blanc de lait et seulement translucide ou presque opaque, il est parfois opalescent ; le *quartz gras* a un éclat spécial. La coloration peut être souvent modifiée par un chauffage convenable ; on l'attribue au manganèse (améthyste, quartz rose), à des composés carburés (quartz enfumé), à du titane (quartz enfumé), etc.

Les variétés caractérisées par des inclusions de matières étrangères ne sont pas moins nombreuses ; le *quartz saphirine* est coloré en bleu par de la crocidolite ; le *quartz prase* est d'un vert poireau (coloration due à des micas ou à de la chlorite cryptocristalline.) Le *quartz chloriteux* est coloré en vert par de la ripidolite en paillettes, le *quartz hyacinthe* (*quartz hématoïde*, *rubigineux*) en rouge foncé par des inclusions d'argile ferrugineuse, le *quartz ferrugineux* (eisenkiesel) en jaune vif par une ocre jaune.

L'*œil de tigre* est une variété fibreuse jaune, pseudomorphose de *crocidolite*, altérée en limonite : l'*œil de chat* est un quartz rendu chatoyant par des inclusions fibreuses parallèles d'amphibole (trémolite ou actinote).

Propriétés optiques. Double réfraction positive (n_g). Polarisation rotatoire ; les cristaux dextrogyres et les cristaux lévogyres se rencontrent avec une égale fréquence, le sens de leur rotation étant en rapport avec celui de leur hémiédrie.

Le quartz est l'un des minéraux dont les propriétés optiques ont été le mieux étudiées. Les nombres suivants ont été choisis parmi ceux du recueil de données numériques de M. Dufet (I et III, 1899-1900).

Les indices suivants[1] ont été mesurés par M. Macé de Lépinay (à 15° C.) et pour le spectre ultraviolet (L, P) par M. Mascart.

	A	B	C	D_1D_2	E	F	L	P
n_g	1,54813	1,55000	1,55093	1,55336	1,55640	1,55899	1,56974	1,57822
n_p	1,53919	1,54100	1,54190	1,54425	1,54717	1,54969	1,56019	1,56842

1. Pour le quartz fondu (Dufet, *in* Cotton, *Bull. soc. physiq.* 12 avril 1901), $n_{Li} = 1,4560$, $n_D = 1,4588$, $n_{Tl} = 1,4611$.

Les variations des indices avec la température ont été étudiées avec une grande précision ; les nombres suivants ont été donnés par M. Dufet pour 0° à 100°, $\frac{dn}{dt}$ (raie D) :

$$\left.\begin{aligned} n_g &= -0{,}000\ 007\ 223 - 0{,}000\ 000\ 0037\ t \\ n_p &= -0{,}000\ 006\ 248 - 0{,}000\ 000\ 0005\ t \end{aligned}\right\} t = 0° \text{ à } 100°.$$

La biréfringence du quartz étant souvent prise comme type, il est intéressant de citer les nombres suivants dus à M. Macé de Lépinay (voir *in* Dufet les corrections à ces nombres, donnés pour 0° C.).

	C	D_1D_2	F	L	P
$n_g - n_p =$	0,0090493	0,009129	0,0093121	0,009665	0,0099473

La biréfringence diminue avec la température. MM. Mallard et Lechatelier ont montré qu'à 570° C., il se produit un changement brusque et à partir de cette température, la biréfringence augmente.

Le pouvoir rotatoire est proportionnel à l'épaisseur ; les nombres suivants ont été donnés par Soret et Sarasin (à 20° C.) pour une épaisseur de 1 mm.

A	B	C	D_2	D_1	E	F
12°668	15°746	17°318	21°684	21,727	27°543	32°37

Le pouvoir rotatoire s'accroît lentement avec la température. M. Lechatelier a montré qu'à 570° C., a lieu une variation brusque, après laquelle la déviation devient extrêmement lente.

Toutes les données optiques qui viennent d'être résumées ont été prises par des physiciens, en admettant que le quartz est rigoureusement uniaxe. L'étude attentive des sections perpendiculaires à l'axe vertical montre de très nombreuses irrégularités ; non seulement il existe des plages constituées par la superposition de cristaux de rotation différente et donnant par suite en lumière convergente les spirales d'Airy, mais encore des plages uniaxes montrant la croix noire régulière des corps uniaxes dépourvus de polarisation rotatoire, quand les individus superposés de rotation contraire sont suffisamment minces, et enfin des régions très nettement biaxes. Ces phénomènes sont particulièrement nets dans les améthystes ; la distribution de la coloration permet d'y distinguer, même à l'œil nu, la macle symétrique à d^1, produite non par accolement, mais par zones d'accroissement successives, constituées par des individus de rotation alter-

nativement opposée. L'étude optique montre alors une grande variété dans le détail de la structure ; la superposition d'individus de rotation contraire donnant des zones neutres (secteurs violets) qui, en lumière convergente, fournissent des spirales d'Airy ou des croix noires. La fig. 27 empruntée au mémoire classique de Des Cloizeaux montre un type fréquent dans l'améthyste du Brésil.

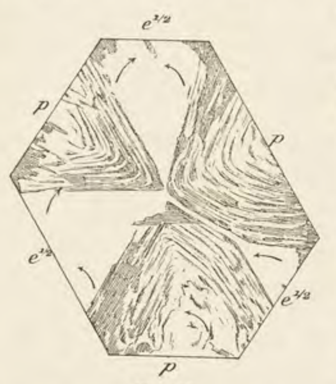


Fig. 27.
Section basique d'améthyste du Brésil.

Les phénomènes de la polarisation rotatoire ont été depuis longtemps reproduits par Reusch, en superposant des lames minces d'épaisseur constante de muscovite biaxe, disposées de telle sorte que leurs sections principales soient à 120° les unes des autres, l'empilement se faisant toujours dans le même sens.

Mallard et Sohncke ont appliqué le résultat de ces expériences au cas du quartz et donné la démonstration mathématique de la possibilité d'une semblable interprétation de la polarisation rotatoire de ce minéral. M. Wyrouboff a insisté (*A. C. P.* VIII. 1886) sur la probabilité de l'exactitude de cette théorie, en étudiant la biaxie du quartz et le mélange si habituel, notamment dans les améthystes, dont il a été question plus haut, de plages biaxes (avec plan des axes faisant entre eux des angles de 120°), et de plages dépourvues de polarisation rotatoire.

Plus tard, MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas ont apporté une contribution importante à cette théorie en montrant (*B. S. M.* XV. 159. 1893), d'une part la naissance de cristaux de quartz par groupement ternaire de fibres de *quartzine* biaxe, et d'une autre la propriété d'enroulement de la *calcédonite* autour d'un axe d'élasticité optique (voir plus loin). Cet enroulement est *continu* dans la calcédonite. M. Wallerant en étudiant (*B. S. M.* XX. 67. 1897) les relations du quartz et des fibres de quartzine qui le recouvrent, a admis à la suite de l'observation de quartzine provenant des Aubiers (*Vendée*) que la forme élémentaire de la quartzine est triclinique avec une forme extérieure tétraédrique (tétraèdres de 60°). La superposition de ces petits solides pseudoternaires, donnerait un enroulement *discontinu*, se faisant par sauts de 120°, qui permettrait ainsi la production du quartz pourvu de la

polarisation rotatoire. Dans les échantillons étudiés par lui, les fibres de quartzine peuvent, dans une face *p* du quartz, prendre trois orientations déterminées, se déduisant les unes des autres par rotation de 120° autour de l'axe ternaire du quartz (pas de polarisation rotatoire dans celui-ci), leur indice n_g étant toujours parallèle à celui du quartz. Dans le cas des cristaux offrant la polarisation rotatoire, quand une face *p* limite deux cristaux, l'un droit, l'autre gauche, les fibres de quartz disposées sur les parties de cette face appartenant au cristal gauche, par exemple, ont une orientation à 120° de celles du cristal droit : les fibres de quartzine ne sont donc plus disposées que suivant l'une des trois directions indiquées dans le cas précédent.

M. Judd a décrit (*Min. Magaz.*, VIII, 1, 1888 et X, 123, 1892) des cristaux de quartz (notamment de Madagascar), dans lesquels la structure de l'améthyste (macle d^1 avec structure cannelée) est liée à des déformations mécaniques subies par les échantillons qui le présentent : les plages à structure lamellaire suivent des cassures. Pour expliquer la structure de l'améthyste, M. Judd admet l'existence de deux formes de quartz, souvent associées dans le même cristal, l'une normale ne subissant pas de modifications sous l'influence des actions mécaniques, l'autre, au contraire, susceptible de prendre la structure lamellaire sous l'influence de celles-ci. Ce serait cette structure qui permettrait la concentration du pigment coloré entre les lamelles et rendrait ainsi manifeste en lumière naturelle l'anatomie des cristaux d'améthyste.

Il me reste à donner quelques détails sur la structure intime des cristaux de quartz des gisements décrits plus loin.

Les cristaux incolores ou enfumés des granulites sont généralement pauvres en anomalies ; ils sont constitués par des individus (macle e^2) de même signe (Bône, Pontivy, Limousin).

Les cristaux limpides des remplissages de fentes de l'Oisans et des filons métallifères d'Allevard offrent souvent la même structure ; cependant j'ai trouvé fréquemment, notamment dans ceux de la Gardette, et toujours sur le bord des cristaux, des zones neutres irrégulières, n'affectant que très rarement la forme de secteurs, et indiquant des groupements d'individus de signe opposé qui ne sont que très rarement visibles macroscopiquement. Des Cloizeaux a observé un fait analogue et figuré un quartz enfumé de Maronne présentant dans presque toute sa masse des enchevêtrements irréguliers de lames de rotation différente.

Des Cloizeaux a décrit jadis la disposition en secteurs du quartz des argiles triasiques de l'Aude et donné la figure reproduite ci-contre (fig. 29). Cette disposition est presque constante dans les cristaux de ce genre de gisement, mais difficile à voir nettement à cause de la prodigieuse quantité d'inclusions d'anhydrite qu'ils renferment généralement. J'ai examiné des cristaux extraits du gypse de Massat (*Ariège*) ; leur centre est rendu trouble par les inclusions d'anhydrite, mais leur bordure exceptionnellement pure se divise en secteurs limités par les diagonales de la section ; ils ne présentent pas de polarisation rotatoire ; les plages sont biaxes, à axe d'écartement variable, mais atteignant 2E = 45°. Le plan des axes est parallèle aux côtés de la section. A l'intersection des deux secteurs contigus, le minéral présente une croix noire parfaitement régulière. On verra page 110, que l'action de l'acide fluorhydrique met en évidence l'existence de ces secteurs (fig. 81).

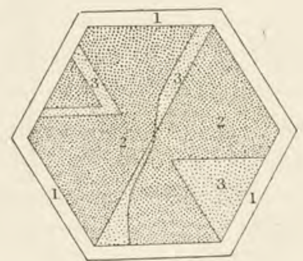


Fig. 28.
Section basique d'améthyste du Puy-de-Dôme. (*Lumière polarisée parallèle.*)

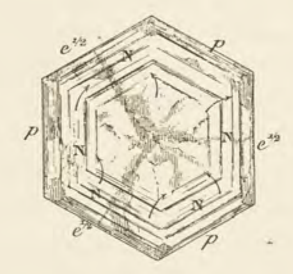


Fig. 29.
Section basique de quartz des argiles triasiques de l'Aude.

Les cristaux des sédiments dévoniens de Neffiez offrent en général un individu dominant de signe donné, renfermant un secteur de signe contraire avec une zone neutre à la limite commune ; ce secteur a d'ordinaire un angle au centre (120°) très net.

Les cristaux limpides des marnes de Saint-Maime (*Basses-Alpes*), au contraire, présentent une régularité et une pureté admirables ; ils se divisent en six secteurs dont les bases sont constituées par les faces e^2 (fig. 27, mais avec égalité des six secteurs). Trois d'entre eux présentent la polarisation rotatoire avec même rotation, alors que les trois autres sont éteints et montrent des spirales d'Airy régulières.

Cette disposition est celle des améthystes d'Auvergne. De même qu'au Brésil, le pigment coloré n'y est pas d'une façon uniforme distri-

bué. Le plus souvent, on observe trois secteurs d'un violet foncé, ayant parfois une régularité théorique (fig. 27) (et correspondant aux faces *p* dominant dans le pointement) et trois secteur sincolores ou d'un violet plus pâle. La périphérie des cristaux est souvent d'un blanc laiteux et se montre dans les sections basiques fibreuses, avec fibres disposées perpendiculairement aux faces e^2. La figure 40 (page 75) représente une section de ces cristaux, parallèle à l'axe vertical rendant manifeste cet encapuchonnement de l'améthyste par du quartz blanc. La fig. 28 montre un exemple de secteurs très inégaux.

En lumière convergente, on constate qu'en général, les secteurs presque incolores (3. fig. 28) présentent les phénomènes réguliers de la polarisation rotatoire et les secteurs violets (2. fig. 28) des superpositions d'individus de rotation contraire, mais il y a des interversions fréquentes de cet ordre et il n'est pas rare de trouver des spirales d'Airy ou des croix noires dans les secteurs blancs. Quant à la bordure de quartz incolore périphérique (1. fig. 28), elle est constituée par des individus de signe constant, avec des taches montrant des spirales d'Airy et des croix noires régulières.

Enfin, je rappellerai que le quartz hyalin des environs de Paris présente parfois la structure optique de l'améthyste.

Propriétés électriques et calorifiques. Pyroélectrique et piézoélectrique. Ces propriétés sont en rapport régulier avec l'hémiédrie ; les arêtes latérales d'un prisme de quartz non maclé sont alternativement positives et négatives par échauffement, négatives et positives par refroidissement. Les arêtes positives par échauffement sont celles qui portent les faces *s* (Friedel).

L'électricité développée par pression correspond à celle produite par refroidissement et l'électricité développée par une diminution de pression correspond à celle qui prend naissance par échauffement (J. et P. Curie).

Dans la macle suivant e^2, deux arêtes adjacentes peuvent avoir le même caractère, alors que dans la macle du Brésil, toutes les arêtes ont le même signe.

Les sections basiques sont divisées au point de vue électrique en secteurs, ce qui permet de déceler par leur examen les groupements et les pénétrations irréguliers.

Non conducteur de l'électricité. Mauvais conducteur de la chaleur.

Dilatation. Le quartz se dilate avec la chaleur.

M. Benoît a donné pour la dilatation perpendiculaire à l'axe vertical $10^5 d = 1,316\,t + 0,00126\,t^2$ et pour celle parallèle à l'axe vertical $10^5 d = 0,711\,t + 0,000856\,t^2$, ($d$ étant l'unité de longueur à 0°). M. Lechatelier a montré qu'à 570° C, le quartz subit brusquement un accroissement plus rapide (reversible), puis à une température supérieure, la dilatation se change en une lente contraction. D'après lui, ce brusque changement de volume (accompagné de variations dans le pouvoir rotatoire et la biréfringence) serait la cause de la fissuration du quartz, attribuée jusqu'ici à sa mauvaise conductibilité; il serait le résultat d'une transformation dimorphique.

Composition chimique. Le quartz est formé par de la silice pure Si = 46,7, O = 53,3 = 100.0. De nombreuses impuretés (voir à *inclusions*) se trouvent dans beaucoup de variétés.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ordinaire, mais fusible au chalumeau oxhydrique, donnant alors un verre d'une densité de 2,2. Il y a commencement de ramollisssement vers 1200° C, et fusion vers 1775° C. (Roberts-Austen, *Philos. Magaz.*, 1899, n° 1.)

Insoluble dans les acides, sauf dans l'acide fluorhydrique ; difficilement attaquable par les alcalis.

Altérations. Malgré sa résistance aux actions chimiques des laboratoires, le quartz se rencontre dans la nature épigénisé en stéatite, pyrite, cassitérite, magnétite, etc. (Voir à *figures de corrosion*).

Inversement, le quartz forme des pseudomorphoses d'un grand nombre de minéraux et notamment de fluorine, de calcite, de barytine, etc. Dans ces pseudomorphoses, les cristaux de quartz ont fréquemment leur axe vertical disposé normalement aux faces du minéral qu'ils épigénisent.

Le quartz moule souvent des cristaux de diverses substances qui disparaissent ensuite, laissant leur empreinte dans le quartz (cavités cubiques ou octaédriques dues à la galène, à la fluorine), empreintes de barytine crétée (*quartz haché*), de cristaux de célestite, de dioptase, etc.

Enclaves dans roches volcaniques. — Le quartz en *enclave enallogène* dans les roches volcaniques est *étonné*, puis fondu sous l'influence de la chaleur. En outre, dans la plupart des roches volcaniques, il détermine à sa périphérie la formation d'une auréole d'augite (fig. 31, p. 601, t. I). Dans les roches acides (trachytes du Mont-Dore), il se transforme en tridymite, comme dans les briques siliceuses soumises à haute température. Je n'ai pas trouvé dans les gisements volcaniques français de cas de recristallisation de quartz au milieu d'enclaves.

Diagnostic. La forme des cristaux, leur hémiédrie, leurs propriétés optiques, jointes à leur densité et à leur dureté, ne permettent de confondre le quartz avec aucun autre minéral. En l'absence de formes géométriques, la densité, la dureté, la résistance à l'action des acides constituent un bon diagnostic que vient appuyer l'examen microscopique (un axe optique positif; $n_g - n_p = 0.009$ env. pour la lumière blanche).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le quartz est l'un des minéraux les plus répandus dans la nature ; il joue un rôle important et souvent prépondérant dans la constitution d'un grand nombre de roches d'origine interne ou de formations sédimentaires. Je le considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives ;
3° Dans les schistes cristallins ;
4° Dans les filons ;
5° Dans les sources thermales ;
6° Dans les formations sédimentaires.

Dans aucune de ces conditions de gisement, il ne saurait être question de citer toutes les localités françaises où l'on rencontre le quartz, je me suis donc attaché à choisir celles qui sont les plus caractéristiques, les plus importantes ou qui se distinguent par quelque particularité spéciale.

Je m'occuperai ici exclusivement du quartz cristallisé [1] d'une façon distincte ; toutes les variétés, telles que les *jaspes*, les *silex*, etc., dont la nature ne peut être décelée que par l'examen optique, seront décrites dans un chapitre spécial ; on verra en effet que dans la plupart d'entre elles, le quartz s'y présente sous ses formes fibreuses aussi souvent que sous sa forme normale.

1° *Dans les roches éruptives.*

La présence du quartz comme élément essentiel caractérise les roches de la famille du *granite*, mais ce minéral se rencontre en outre comme élément accessoire dans un assez grand nombre d'autres roches et il peut se présenter aussi comme élément d'altération dans tous les

1. Dans les descriptions qui vont suivre, afin d'éviter les répétitions, il sera sous-entendu, qu'à moins d'indication contraire, les cristaux présentent toujours les formes e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$.

types pétrographiques possibles. Il n'est pas toujours facile d'établir une limite entre ce quartz primaire et celui qui est d'origine secondaire. Dans un grand nombre de cas, cependant, on peut suivre le mécanisme de la production du quartz secondaire par infiltration dans toutes les cavités de la roche ou de ses éléments qui, bien souvent, ont fourni eux-mêmes la silice nécessaire.

a) *Dans les granites, les granulites et les pegmatites.*

Le quartz constitue l'élément caractéristique de ces roches, il est généralement riche en inclusions liquides (avec souvent bulles mobiles) et en inclusions gazeuses.

Dans les granites proprement dits, le quartz est xénomorphe, moulant tous les autres éléments ; cette structure est réalisée aussi dans certaines granulites et notamment dans la granulite à albite et topaze qui accompagne les gisements stannifères (voir t. I, fig. 3, p. 63) ; enfin, dans certaines roches de contact, il prend la structure microgranitique.

Dans les *granulites* (granites à deux micas, granulites à muscovite, aplites), le quartz est souvent granulitique, c'est-à-dire en grains isométriques, qui parfois prennent des formes géométriques.

Les *pegmatites* sont des roches à très grands éléments formées sous l'influence prédominante des émanations minéralisatrices qui ont accompagné la mise en place des roches granitiques ; elles sont riches en muscovite, tourmaline, grenat, béryl et nombreux autres minéraux accessoires. Tantôt elles constituent des filons ayant une individualité distincte, et tantôt elles ne forment qu'un accident des roches granitiques à éléments plus fins. On y trouve le quartz en énormes masses, dégageant souvent par le choc une odeur empyreumatique ou fétide (Chanteloube, Autunois, environs de Nantes), comme dans les gîtes stannifères (La Villeder). La couleur de ce quartz est parfois blanche, mais le plus souvent d'un gris de fumée plus ou moins foncé, parfois noir (Chanteloube), plus rarement d'un beau rose (Montagny (*Rhône*), Chanteloube, etc.). C'est dans ces variétés de quartz que les inclusions liquides sont le plus abondantes et le plus grosses. Il présente dans quelques gisements (Chanteloube), des clivages faciles qui lui donnent une structure *laminaire*.

Le quartz des pegmatites est souvent xénomorphe, il englobe les feldspaths et les micas ; dans d'autres cas, il présente des formes géo-

métriques qui vont être étudiées plus loin, et il se présente aussi, régulièrement groupé avec le feldspath pour constituer une structure pegmatique. Les pegmatites graphiques ainsi produites sont un accident plus ou moins fréquent dans la plupart des filons de pegmatite. On a vu, t. II, p. 34, que la structure pegmatique est caractérisée par l'association de deux minéraux ayant cristallisé simultanément, l'un englobant un grand nombre d'individus cristallitiques à orientation uniforme de l'autre. Dans la pegmatite graphique, la plus abondante de toutes, le minéral englobant est le feldspath (orthose, microcline, plagioclases acides), le minéral englobé, le quartz, dont les cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical et réduits à des squelettes creux, constitués par de minces cloisons correspondant à des faces e^2, p et $e^{1/2}$ (fig. 30).



Fig. 30.
Groupement pegmatite de quartz et d'orthose (pegmatite graphique d'Ax) (*Ariège*). (*Grandeur naturelle.*)

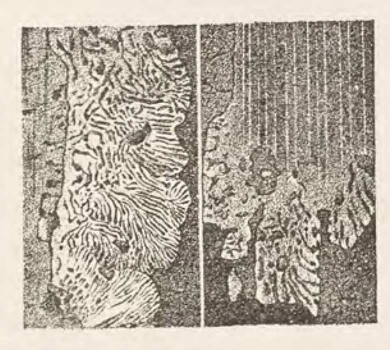


Fig. 31.
Groupements de feldspaths et de quartz vermiculé. A droite, oligoclase de la granulite de Frugières-le-Pin (*Haute-Loire*) ; à gauche, orthose du gneiss granulitique de Saint-Bonnet près Condat (*Cantal*).

J'ai décrit (tome II, pp. 338 et 521) des pegmatites de *quartz* et de muscovite, de *quartz* et de cordiérite (Cambo, *Basses-Pyrénées*) ou enfin (tome I, p. 93, fig. 8 et 19) de tourmaline et de *quartz* (*Ariège*), dans ces dernières, l'ordre habituel est renversé, c'est le quartz qui constitue le minéral englobant, alors que la tourmaline est l'élément cristallitique englobé. Toutes ces pegmatites se trouvent comme la pegmatite graphique normale dans des filons granitiques à grands éléments.

Enfin, le quartz se présente dans les roches granitiques, sous une autre

forme régulière microscopique, sous celle de *quartz vermiculé*, consistant en associations avec des feldspaths acides ; il n'a plus de formes géométriques comme dans la structure pegmatique, mais des formes arrondies, vermiculées (fig. 31) qui font penser que, dans bien des cas, il est d'origine secondaire (*quartz de corrosion*). Le quartz vermiculé est surtout fréquent dans le granite et la granulite, il abonde d'une façon particulière au voisinage des contacts à Flamanville (*Manche*) (Michel-Lévy), dans les Pyrénées, etc.

Indépendamment de ce quartz normal, les roches granitiques altérées sont imprégnées par du quartz d'origine certainement secondaire qui, peu à peu, remplace la plupart de leurs éléments.

Dans les régions fortement plissées [granite (protogine) du Mont-Blanc entre autres], le quartz, plus peut-être que les autres éléments de la roche, a subi des écrasements intenses qui se manifestent dans les lames minces par le développement de la structure en ciment et par la production d'extinctions roulantes des plus caractéristiques.

Il reste à passer en revue les gisements français dans lesquels on observe au milieu des roches granitiques des cristaux géométriquement déterminables de quartz. Ils se trouvent toujours dans des granulites ou des pegmatites quand celles-ci présentent des fentes ou des cavités miarolitiques. Ces cristaux de quartz sont généralement associés à des cristaux d'orthose, de microcline, d'albite, parfois de muscovite, d'apatite, de béryl, etc. Presque toujours, ils sont enfumés et souvent de couleur très foncée; leurs formes sont remarquablement nettes et les macles par pénétration (type *b* avec cristaux de même rotation) y sont à peu près constantes et extrêmement répétées. Il ne faut pas confondre, au point de vue de l'origine, ces cristaux formés par des émanations immédiates du magma granitique et les cristaux se trouvant dans les fentes du granite de quelques régions (Mont-Blanc, etc.), sans être pour cela, liés d'une façon nécessaire à la genèse du granite ; en effet, dans une même région (Oisans), ils se rencontrent aussi bien dans les fentes du granite que dans celles des schistes cristallins et même des roches sédimentaires jurassiques les surmontant et qui sont d'âge postérieur au granite.

Normandie. — *Orne.* Les célèbres cristaux de quartz enfumé, connus depuis longtemps sous le nom de *diamants d'Alençon*, se trouvent aux environs de cette ville, dans les carrières de Pont-Percé et de la Galochère en Condé-sur-Sarthe et notamment près de Hertré. Ils tapissent

les cavités de veinules de pegmatite, traversant une granulite à grains fins ; ils y sont associés à des cristaux d'orthose, d'albite, d'apatite, à de la muscovite, etc. Ces gisements qui ont fourni jadis de magnifiques échantillons, tendent à s'épuiser, et la plupart des *diamants d'Alençon* vendus aujourd'hui par les bijoutiers du pays viennent du Valais ou d'autres régions étrangères.

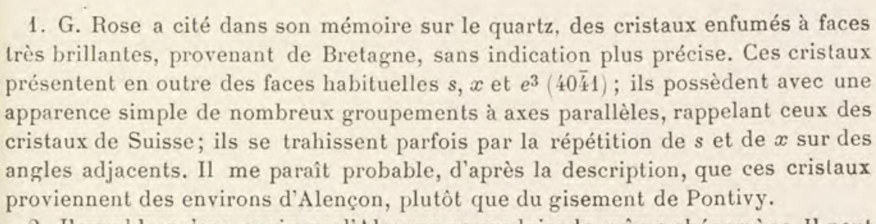
Le plus bel échantillon de quartz enfumé de cette région que je connaisse a été trouvé dans le parc du château de Vervaine ; il mesure 20 cm suivant l'axe vertical et a 13 cm de diamètre. La fig. 32 montre sa structure polysynthétique (collection du Muséum). Les formes que j'ai observées dans ce gisement sont : x, s, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, e^{3} $(40\bar{4}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\overline{14}.3)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\overline{10}.1)$, et peut-être $e^{7/8}$ $(0.15.\overline{15}.9)$ et $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.



Fig. 32.
Quartz enfumé du château de Vervaine montrant sur les faces e^2 la structure polysynthétique due à la macle du type *b*.

Calvados. La carrière de la Bellière, près Vire, a fourni des cristaux de quartz enfumé associés à de beaux cristaux d'orthose et offrant les mêmes formes que ceux des environs d'Alençon.

Bretagne [1]. — *Morbihan*. Je dois à l'obligeance de M. E. Havel la communication de beaux cristaux de quartz enfumé qu'il a recueillis dans les carrières de granulite de Pontivy ; assez abondants au début de l'exploitation de ces carrières, ils deviennent extrêmement rares, à mesure que la granulite prend en profondeur un grain plus fin et plus homogène [2]. Le plus beau cristal trouvé atteint 11 cm



1. G. Rose a cité dans son mémoire sur le quartz, des cristaux enfumés à faces très brillantes, provenant de Bretagne, sans indication plus précise. Ces cristaux présentent en outre des faces habituelles s, x et e^{3} $(40\bar{4}1)$; ils possèdent avec une apparence simple de nombreux groupements à axes parallèles, rappelant ceux des cristaux de Suisse ; ils se trahissent parfois par la répétition de s et de x sur des angles adjacents. Il me paraît probable, d'après la description, que ces cristaux proviennent des environs d'Alençon, plutôt que du gisement de Pontivy.

2. Il semble qu'aux environs d'Alençon se produise le même phénomène. Il peut s'expliquer par ce fait que la formation des veines pegmatiques étant due à des émanations volatiles, elle doit être surtout fréquente à la périphérie des massifs qui, en profondeur, deviennent de plus en plus homogènes.

suivant l'axe vertical et 7 ^{cm} de diamètre. Ces cristaux sont en moyenne moins foncés que ceux d'Alençon ; les petits sont parfois à peine teintés, il n'est pas rare de trouver des cristaux en partie transparents, en partie troubles, dont les pointements sont glacés de blanc par suite de l'existence de petites fissures. Ces cristaux présentent généralement la même structure polysynthétique que ceux d'Alençon, on y observe quelques rhomboèdres [($e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$, $e^{11/7}$ $(06\bar{6}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$] ; *s* et *x* ne sont pas très fréquentes, le plus souvent, il n'existe pas de formes hémièdres. Des cristaux d'orthose, d'albite, d'apatite bleue, de béryl accompagnent ce quartz.

Loire-Inférieure. Les granulites de la Loire-Inférieure sont assez fréquemment traversées par des filonnets pegmatiques à structure miarolitique qui ont fourni de beaux cristaux de quartz enfumé. M. Baret a cité notamment (*op. cit.* 38. 1898) Orvault, le parc Grillaud et la Salle Verte près Saint-Clair, la côte de Batz.

A Nantes même, dans les fentes des pegmatites de Barbin, il existe des cavités riches en cristaux de quartz presque hyalin, d'apatite, de bertrandite, etc.

Vendée. — *Vendée*. Je dois à M. Chartron de gros cristaux de quartz hyalin et enfumé provenant de filons de quartz de pegmatite de Chambretaud près les Herbiers, ils sont du même type que ceux de la Haute-Vienne.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les pegmatites des environs d'Entraygues et notamment à l'Est de Castailhac, renferment des géodes tapissées d'énormes cristaux d'orthose, de tourmaline et de quartz enfumé ou presque incolore. Ces derniers, semblables comme forme à ceux du Limousin, dépassent fréquemment un décimètre suivant l'axe vertical. M. Arsandaux qui me les a signalés, a trouvé dans le même gisement des masses de quartz rose.

Corrèze. D'énormes cristaux de quartz enfumé ont été rencontrés autrefois dans les carrières de granulite de Champs de Brach près d'Eyrein, à 12 km. environ, à l'Est de Tulle.

M. Mouret m'a signalé quelques cristaux de quartz enfumé dans des filons de pegmatite exploités autrefois pour le kaolin à l'arbre du Faisan, au croisement des routes d'Argentat à Mauriac et de Beaulieu à Mauriac, dans le canton de Mercœur.

Haute-Vienne. Les pegmatites des environs de Chanteloube (voir tome I, p. 80) renferment des cristaux de quartz généralement enfumés

qui atteignent parfois de très grandes dimensions. M. Barret (*Géol. du Limousin*, 177) en cite qui pesaient plus de 100 kg. et qui furent trouvés à Margnac en Compreignac; je dois à l'obligeance de M. Bouhard des cristaux de ce gisement (Venachat et Margnac) atteignant 30cm suivant l'axe vertical et 5cm de diamètre. Ces cristaux sont le plus souvent ternes et engagés dans les feldspaths, ils se trouvent parfois cependant dans des géodes et ont alors les faces brillantes; leur couleur varie depuis le noir, tellement foncé que les cristaux paraissent opaques, jusqu'au gris de fumée; dans ce dernier cas, ils sont translucides ou transparents. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et présentent d'ordinaire des rhomboèdres directs et inverses e^3 ($40\bar{4}1$) et $e^{7/5}$ ($04\bar{4}1$) très développés qui leur donnent un aspect caractéristique; sur quelques cristaux j'ai observé la forme rare μ ($13\bar{4}1$).

La structure de ces cristaux est peu compliquée et rappelle celle des cristaux du Valais; ceux que j'ai fait tailler sont en effet constitués par le groupement d'individus ayant tous la même rotation, de telle sorte que leurs sections parallèles à l'axe vertical paraissent homogènes et ce n'est qu'en inclinant la préparation sous le microscope que l'on voit apparaître des flammes indiquant l'enchevêtrement des individus constituants. Sur les faces du pointement, on distingue souvent au milieu des faces p des marbrures ternes $e^{1/2}$, indiquant la macle du type b.

D'autres cristaux du même genre ont été trouvés à la Vilate, au pont de Barost, à Masbarbu, mais il est difficile de s'en procurer depuis l'abandon des carrières de pegmatite de cette région.

Je rappellerai que c'est dans ces pegmatites que se trouve le quartz rose et le quartz laminaire clivable dont il est question page 38.

Charente. Les granites des environs de Confolens renferment assez fréquemment des veines de pegmatite miarolitique contenant de gros cristaux de quartz enfumé; les échantillons que j'ai examinés ont été recueillis par M. Boreau aux environs d'Esse (Château-Guyon, Pierre Fromagère, La Quayre). Le plus souvent, les formes communes seules existent, cependant s et x ne sont pas rares : ce quartz est associé à de jolis cristaux d'orthose (macles de Carlsbad, de Baveno), que je ne connaissais pas quand a paru le tome II.

Rhône. De beaux cristaux incolores, un peu enfumés, ont été trouvés dans les pegmatites de Montagny, qui ont fourni aussi des masses de quartz d'un fort beau rose. Le quartz de ce gisement a été exploité autrefois pour une faiencerie.

Saône-et-Loire. Quelques beaux cristaux de quartz enfumé ont été rencontrés dans des pegmatites de la Tagnière près Toulon-sur-Arroux, ils ont la même forme que ceux de Compreignac.

Algérie. — *Constantine.* Des Cloizeaux a figuré un cristal de quartz enfumé (fig. 33) provenant de Bône et présentant entre autres les formes rares d^1 $(11\bar{2}0)$, c $(7.4.\bar{11}.0)$, M $(108.39.\bar{147}.75)$, Δ $(10.5.\bar{15}.2)$, χ_1 $(21.1.\bar{22}.27)$, σ $(7.5.\bar{12}.5)$ et t $(32\bar{5}3)$.

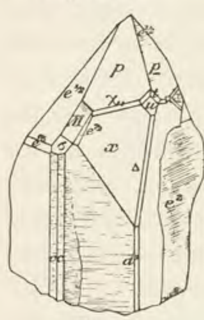


Fig. 33.
Quartz de Bône.

La collection du Muséum possède un grand nombre de cristaux de ce gisement, recueillis par M. Renou sur la plage, au Nord de l'ancien blockhaus de la mer. D'après l'aspect de ces cristaux auxquels adhèrent des lames de muscovite et des cristaux d'orthose, il me semble probable qu'ils proviennent d'un filon de pegmatite. Ces cristaux sont caractérisés par des macles constantes suivant e^2 (type *b*). Les individus composants sont toujours du même signe et les cristaux présentent régulièrement des plagièdres aux deux extrémités de chacune des arêtes verticales J'ai étudié plusieurs centaines de ces cristaux et aucun ne fait exception à cette règle.

La même collection possède des cristaux de quartz hyalin d'une limpidité admirable qui proviennent également de Bône et peut-être du même gisement, bien qu'ils ne soient pas associés les uns aux autres. Ces cristaux incolores montrent la même structure que les cristaux enfumés; ce sont aussi des macles régulières de cristaux de même rotation présentant d'une façon constante des plagièdres sur toutes les arêtes verticales; les faces x sont presque toujours accompagnées de u $(31\bar{4}1)$ et prennent souvent un développement tel que les faces e^2 sont fort réduites. Les rhomboèdres autres que p et $e^{1/2}$ sont striés en escaliers et ne se mesurent pas avec une grande précision ; j'ai observé les suivants : $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{29/10}$ $(13.0.\bar{13}.3)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{11}.2)$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, $e^{7/8}$ $(0.15.\bar{15}.9)$, $e^{14/15}$ $(0.29.\bar{29}.16)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{11/7}$ $(06\bar{6}1)$.

L'un de ces cristaux enfumés, bipyramidé, présente les faces p extrêmement développées ; à leur intersection existent des faces b^x ternes et non mesurables. En outre des macles constantes dans ce gisement, ce cristal offre la macle asymétrique par rapport à a^1 (0001) (type *a*). On la distingue non seulement grâce à la coexistence

de deux faces p aux deux extrémités de la même face e^2, mais encore à cause de l'existence, sur les arêtes e^2 de la partie antérieure du cristal seulement, de faces arrondies et corrodées, paraissant correspondre au prisme c et s'interrompant brusquement à la rencontre de l'individu inférieur de la macle.

Les arêtes d'intersection de $e^{1/2}$ et des divers rhomboèdres $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, etc., présentent des faces de corrosion ne fournissant aucune mesure précise : l'une d'elle (zône x $e^{1/2}$) paraît correspondre à M citée plus haut.

Tunisie. — Les granulites de Béja renferment des cristaux de quartz enfumé accompagnés de cristaux d'orthose; ils sont très analogues à ceux d'Alençon.

Madagascar. — Il est probable qu'une partie au moins du quartz hyalin limpide de Madagascar provient de la catégorie de gisement étudiée ici ; souvent en effet ce quartz contient de longues aiguilles de tourmaline, des lames de muscovite qui semblent bien indiquer une relation d'origine avec la pegmatite. M. Villiaume m'a signalé aux environs de Tananarive des filons de pegmatite dans lesquels les éléments étaient très nettement différenciés en grandes masses homogènes; parmi celles-ci se trouvait du quartz hyalin limpide. Mais d'autre part, il existe de nombreux échantillons contenant des cristaux d'épidote, des paillettes de ripidolite qui paraissent montrer une analogie bien nette de gisement avec les cristaux des Alpes, aussi décrirai-je le quartz de Madagascar à la suite de ceux-ci en attendant que des documents nouveaux viennent éclaircir cette question.

Je dois à M. A. Grandidier la connaissance de quartz de pegmatites d'un beau rose, provenant du versant oriental du Mont Famohizankova à l'Ouest du lac Itasy (*Imerina*). Enfin, un quartz laiteux, opalescent, se rencontre à Bétafo, en même temps que l'orthose pierre de lune, la tourmaline rouge et bleue, le béryl, etc.

b) *Dans les microgranites et les rhyolites (porphyres).*

Le quartz des microgranites (microgranulites) et des rhyolites (porphyres) se rencontre à deux états, en phénocristaux et sous forme microscopique. Les phénocristaux qui dépassent rarement 1^{cm} ont presque exclusivement la forme de pyramides hexagonales (p et $e^{1/2}$) (fig. 34). Elles ont le plus souvent les arêtes et les faces arrondies par

corrosion magmatique; les plaques minces de roches les montrent en effet creusés de profondes cavités. Cependant parfois [rhyolites pétrosiliceuses des environs d'Agay (*Var*)] ces cristaux ont les arêtes vives.

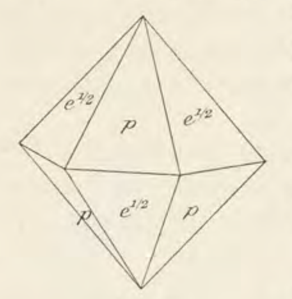


Fig. 34.
Quartz des microgranites et des rhyolites.

Le quartz de rhyolites renferme moins d'inclusions gazeuses et liquides que celui du granite et peut contenir des inclusions vitreuses à formes polyédriques ou quelconques.

Le quartz de ces roches est incolore ou blanc, rarement tout à fait hyalin (rhyolites d'Agay), celui des *porphyroïdes* de Mairus (*Ardennes*) possède une coloration bleue intense.

Le quartz de la pâte des roches porphyriques présente des structures très variées dont la considération joue un rôle important dans les classifications pétrographiques. Dans les microgranites et les microgranulites, ce minéral montre, au microscope, la même structure que dans des granites et des granulites.

J'ai décrit et figuré aux pages 35 et 36 du tome II (fig. 24 et 25) les principales formes des agrégats micropegmatiques qui sont fréquents dans les microgranites et les microgranulites et qui conduisent par des passages insensibles des *micropegmatites auréolées* et à *étoilements* aux *sphérolites à croix noire* (*sphérolites pétrosiliceux*), dans lesquels le quartz n'est plus visible au milieu des fibres feldspathiques.

Enfin il existe dans certaines rhyolites (porphyres) une dernière forme microscopique de quartz que M. Michel Lévy a désigné sous le nom de *quartz globulaire* et qui caractérise les porphyres à quartz globulaire. Elle consiste en petites éponges à formes extrêmement variées qui englobent (*structure pœcilitique*) des cristaux microlitiques de feldspath ou des particules de verre. Ces globules quartzeux ont une orientation optique unique, bien que souvent en lumière naturelle, on constate l'existence d'une structure originellement concentrique ou radiée, décelée par des inclusions ferrugineuses ou argileuses. Ils entourent souvent les phénocristaux de quartz en s'orientant sur eux (*quartz auréolé*).

c) *Dans les syénites, les diorites et les microdiorites.*

Dans les *syénites* et les *diorites quartzifères*, établissant le passage des syénites et diorites normales au granite, le quartz se présente avec

les mêmes propriétés que dans cette dernière roche. Dans les diorites quartzifères, il forme parfois des micropegmatites avec de l'orthose ou un plagioclase acide.

Le quartz des microdiorites a la même structure que celui des microgranulites; tantôt il s'y présente en phénocristaux (porphyre bleu de l'Esterel) en même temps qu'en éléments microgrenus, et tantôt, on ne l'y trouve que sous cette dernière forme (Le Pallet, *Loire-Inférieure*).

d) *Dans les gabbros et les norites.*

Le quartz se rencontre dans les types les plus acides du groupe du gabbro; il y possède les mêmes propriétés que dans le granite. Je l'ai notamment observé dans les gabbros et les norites de contact des environs du Pallet (*Loire-Inférieure*); dans la carrière du Champ Cartier en Vallet, ainsi que le long de la voie du chemin de fer entre le Pallet et Gorges, le quartz des norites présente une coloration bleu violacé qui le fait, au premier abord, confondre avec la cordiérite que j'ai trouvée en abondance dans les mêmes roches[1] (*Bull. Carte géol.*, n° 67. 1899).

e) *Dans les diabases.*

Le quartz se trouve parfois avec un faciès granitique dans les diabases où il remplit les vides miarolitiques, limités par les feldspaths. Dans un grand nombre de gisements, son origine peut être considérée comme secondaire, c'est le cas notamment du quartz des ophites pyrénéennes, qui est toujours accompagné de calcite, d'épidote, etc. Mais dans d'autres cas, il en est peut-être autrement; ce quartz est fréquemment alors groupé en micropegmatite avec de l'orthose ou un plagioclase acide. Le quartz des diabases est généralement microscopique.

f) *Dans les fentes ou dans la masse des roches éruptives comme produit secondaire.*

Le quartz se forme abondamment comme produit secondaire dans la masse même de toutes les roches éruptives, quelle que soit leur composition; on l'observe quelquefois dans leurs fentes en cristaux distincts assez beaux. Le quartz formé dans ces conditions est banal, aussi ne

1. Ce gisement de cordiérite sera décrit dans mon premier supplément; il est à ajouter à ceux qui ont été passés en revue dans le tome I.

citerai-je que quelques gisements de ce genre que j'ai eu l'occasion d'examiner et dans lesquels les cristaux présentent exceptionnellement quelques particularités : il s'agit ici bien entendu du quartz formé par décomposition sur place et non du quartz filonien qui traverse parfois ces roches.

α) Dans la kersantite.

Bretagne. — *Finistère.* Les kersantites qui sont activement exploitées dans la rivière de Daoulas, près de l'hôpital Camfront (rade de Brest), sont traversées par de nombreuses veinules de calcite, au milieu desquelles j'ai trouvé d'intéressants cristaux de quartz accompagnés d'une très petite quantité de fluorine violette. Ces cristaux de quartz ont une de leurs faces p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ ou e^2 $(10\bar{1}0)$, parallèle à la face a^1 (0001) de la calcite qui est elle-même lamellaire suivant a^1.

Quand on traite celle-ci par un acide, on met en liberté, soit des cristaux de *babelquartz* (Voir page 37, fig. 11), affectant la forme de pyramides hexagonales décroissantes autour de la face d'aplatissement, soit des lames très minces aplaties suivant l'une des trois directions indiquées plus haut.

β) Dans les diabases (ophites).

Des cristaux de quartz se trouvent assez fréquemment dans les fentes des ophites ; ils sont parfois bipyramidés, quelquefois rouges (Dax, *Landes*), plus souvent incolores ou limpides, associés à de l'hématite. Dans le gisement de Lys (*Basses-Pyrénées*) ces cristaux sont creusés de cavités profondes, squelettiformes : ils ont souvent la forme d'un tube hexagone creux.

γ) Dans les péridotites.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La serpentine de Donges (butte de Sem) renferme en assez grande abondance des rognons de quartz en groupements botroydes fibreux, gris, jaunes ou rougeâtres. (Baret, *op. cit.*).

Pyrénées. — *Ariège.* Le quartz est très rare dans la lherzolite des Pyrénées. Je n'en ai trouvé en cristaux distincts qu'à l'Escourgeat dans la vallée de Suc, près du port de Massat. Ce sont des prismes de 2^{cm} recouverts d'un mince enduit de calcédoine blanche.

Nouvelle-Calédonie. — De jolis cristaux de quartz hyalin un peu raccourcis suivant l'axe vertical se rencontrent dans les serpentines du Sud de l'île.

δ) Dans les roches microlitiques (volcaniques)

Rhyolites.

Côte des Somalis. — Les rhyolites sodiques de la côte des Somalis, notamment celle de l'île de Doumeïra et celles qui sont coupées par le chemin de fer de Djibouti à Harrar, dans les cents premiers kilomètres à partir de la côte, sont très riches en grandes géodes tapissées de cristaux de quartz (pointements p et $e^{1/2}$), parfois associés à de la calcite (Doumeïra) ou à de la calcédoine.

Trachytes et andésites.

Le quartz secondaire est assez fréquent dans les trachytes et les andésites d'Auvergne, il s'y isole rarement dans des cavités sous forme de cristaux très nets. Ces roches volcaniques étant poreuses, le quartz secondaire les imbibe, moulant tous leurs éléments et y prend ainsi une structure microgranitique qui peut servir peut-être à interpréter l'origine du quartz dans la pâte de quelques roches quartzifères. J'ai observé de bons exemples de ce quartz secondaire aux Chazes près le Lioran (*Cantal*) ; il en existe au Mont-Dore, dans un trachyte voisin du Puy Gros (*Puy-de-Dôme*), etc.

Basaltes.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* De très petits cristaux de quartz se trouvent à la surface de cristaux de calcite dans les fentes du basalte de Montaudou près Royat ; ils sont remarquablement limpides et ressemblent à des gouttes de rosée ; des cristaux analogues existent dans les fentes des basaltes de la Tour de Gévillat.

Madagascar. — Les roches volcaniques basiques de Madagascar et particulièrement les basaltes sont riches en cavités remplies de cristaux de quartz, généralement associé à de la calcédoine (Voir à *calcédoine*). Il est probable qu'une partie des cristaux d'améthyste rapportés de l'île

viennent de ce genre de gisement. J'en ai observé de beaux échantillons venant d'Ambavatobé (côte N-O.)

Dans le gisement cuprifère de Békiady (basalte altéré), des cristaux de quartz, réduits à des pointements rhomboédriques accompagnent de nombreuses et belles zéolites (mésotype, analcime, heulandite et surtout *gmélinite* [1]).

C'est probablement aussi à ce même genre de gisement qu'il y a lieu de rattacher un bel échantillon de *prase* de la collection du Muséum, rapporté par M. Catat (sans indication géographique précise) : il est constitué par des globules accolés, d'un vert poireau foncé ayant le diamètre d'un petit pois. Ces globules sont composés de baguettes de quartz allongées suivant l'axe vertical et rayonnant d'un centre. Leur structure microscopique est celle du quartz botroyde de la Loire-Inférieure.

La labradorite d'Ambavatobé renferme du quartz analogue, mais d'un vert plus foncé et à fibres plus fines.

Kerguelen. — Les roches basiques de l'île de Kerguelen sont riches en belles géodes de quartz et de calcédoine.

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

Le quartz est l'un des minéraux le plus fréquemment développé dans les roches sédimentaires au contact des roches éruptives ; il se forme notamment dans les grès et dans les schistes argiloquartzeux.

Ce quartz néogène forme des grains distincts, mais il s'oriente souvent sur le quartz préexistant et, dans les grès, arrive à les cimenter complètement, à faire disparaître leur stucture clastique originelle. La roche est ainsi transformée en *quartzite* extrêmement cristallin. Ce quartz néogène se distingue fréquemment du quartz clastique par la nature de ses inclusions et par l'abondance des autres minéraux métamorphiques (*sillimanite*, *andalousite*, *spinelle*, *micas*, etc.) qu'il englobe, minéraux qui, bien entendu, manquent dans le quartz ancien. Dans beaucoup de cas, il semble qu'il y ait eu disparition et recristallisation totale du quartz ancien ; la fig. 5 de la page 58 du tome I représente un cas de ce genre.

De beaux exemples de semblables transformations de grès en quartzites peuvent être cités notamment dans les contacts du granite, en

1. Ces zéolites seront décrites dans le premier supplément.

Bretagne, où M. Barrois en a décrit un grand nombre (grès armoricains et grès dévoniens de Plougastel, aux environs de Huelgoat (*Finistère*), de Rostrenen (*Côtes-du-Nord*) : dans les Pyrénées où j'en ai trouvé d'analogues (contacts du Néouvielle, etc.).

Dans les contacts de la lherzolite des Pyrénées, j'ai décrit (*B. C. F.* n° 42) de semblables quartzites formés aux dépens de grès jurassiques ; dans les uns, riches en dipyre (Tuc d'Ess en Coulédoux, *Haute-Garonne*), le pigment carburé originel de la roche a subsisté, dans d'autres, riches en sillimanite et en andalousite (environs de l'étang de Lherz, *Ariège*), il a au contraire entièrement disparu.

Dans un grand nombre de contacts des Pyrénées et d'autres régions, le granite et surtout les roches métamorphisées par lui sont traversés par de nombreuses fentes que tapissent de beaux cristaux de quartz, d'épidote, d'albite, d'orthose, etc. Je les considère comme liés à la même cause et formés par le même mécanisme qui ont produit les transformations métamorphiques des sédiments eux-mêmes ; je les décris (en indiquant leur origine) un peu plus loin, pour ne pas les séparer d'autres gisements dans lesquels les cristaux de quartz se présentent avec les mêmes formes et parfois les mêmes associations minéralogiques.

Il me reste à considérer les cas dans lesquels le quartz se présente en cristaux distincts au milieu même des roches métamorphiques.

a) *Dans les calcaires métamorphisés par les ophites.*

Le quartz se produit parfois dans des calcaires au voisinage de roches éruptives, c'est ce qui a lieu dans les gisements suivants.

Pyrénées. — Les calcaires métamorphisés par les ophites et qui, au moins en partie, doivent être rapportés au trias renferment parfois des cristaux de quartz qui, à l'inverse de ceux du trias gypseux non métamorphique (voir page 109) sont extrêmement allongés suivant l'axe vertical et généralement dépourvus de sommets distincts ; il en est de même pour les cristaux de dipyre qui les accompagnent souvent (voir tome II, p. 228) ; ils sont parfois creux. Ces cristaux de quartz se trouvent fréquemment dans les collections inexactement déterminés comme dipyre.

Basses-Pyrénées. Des cristaux de quartz noir se rencontrent dans les calcaires du col de Lurdé, de la pointe de Ger au-dessus des Eaux-Bonnes, des cristaux gris dans les calcaires jaunes à dipyre de

Villefranque. Ceux de cette dernière localité ont jusqu'à 4^{cm} de longueur, ils ont leurs formes prismatiques nettes, mais sont généralement dépourvus de pointements et souvent creux.

Les petits cristaux de dipyre de Libarrenx près Mauléon sont accompagnés de très beaux cristaux de quartz engagés dans un calcaire jaune ; ils englobent des paillettes de leuchtenbergite et en supportent d'autres; ils sont gris ou colorés en jaune par de l'argile.

Hautes-Pyrénées. Des cristaux analogues à ceux de Libarrenx se rencontrent à Pouzac et près de Bagnères (route des Palomières) dans les calcaires en contact avec l'ophite. Ils sont caverneux, souvent réduits à un véritable squelette, riches en inclusions de calcite, de phlogopite et contenant des inclusions liquides à bulles mobiles. J'ai observé (maison Amaré) des cristaux de quartz englobant des gerbes d'actinote; parfois les deux extrémités d'une même gerbe de ce minéral sont enveloppées par deux cristaux distincts de quartz. On trouve dans le même gisement des masses caverneuses d'une sorte de meulière extrêmement légère, uniquement constituée par des cristaux microscopiques de quartz.

Des cristaux de quartz se trouvent aussi à Argelès-Debat.

Ariège. Les calcaires à dipyre de la forge d'Engoumer près Castillon, renferment des cristaux de quartz qui sont parfois inclus dans des cristaux de dipyre. Mais le gisement de l'Ariège le plus remarquable à cet égard est celui d'Arnave ; le quartz s'y rencontre surtout dans un calcaire sableux, riche en cristaux d'albite, que j'ai trouvé dans une carrière abandonnée derrière le village : ils atteignent 5 centimètres suivant l'axe vertical, avec 2 millimètres seulement de section.

Algérie. — La plupart des gisements contenant des cristaux de dipyre au contact des ophites, renferment aussi des cristaux de quartz très allongés suivant l'axe vertical et creux, comme ceux des Pyrénées. Je citerai en particulier les localités suivantes dont M. Gentil m'a communiqué des échantillons : (voir page 112).

Oran. Sidi el Aïat (Aïn Temouchent).

Alger. Hammam, Melouane, l'Arba, Rovigo, l'Oued Boumane, Letourneux, Tablat, etc...

b) *Dans les enclaves énallogènes des roches éruptives.*

Le quartz abonde dans les roches volcaniques du Plateau Central sous forme d'enclaves enallogènes arrachées à la cheminée servant de sortie au magma éruptif. Ce quartz ne mérite d'être cité ici qu'en raison

des transformations minéralogiques qu'il a subies de la part de celui-ci ou qu'il a déterminées dans ce dernier. J'ai étudié longuement (*Enclaves roches volcan.*, 1893) ces transformations que je me contenterai de rappeler ici.

α) Dans les roches basiques.

Dans les roches basaltiques (*andésites augitiques*, *labradorites*, *basaltes*, *néphélinites*), les enclaves de quartz ont été plus ou moins fondues; leur surface est arrondie, comme vernissée (scories basaltiques des environs de Clermont. *P. de D*, etc.), parfois recouverte de jolis cristaux d'augite (Royat, *P. de D.*). Quand le quartz est resté enchâssé dans la roche volcanique, il est entouré par une zone vitreuse résultant du mélange du produit de sa fusion et du magma volcanique ; au contact de celui-ci s'est généralement produite une précipitation de cristaux d'augite. La fig. 31, de la page 601 du tome I, représente un exemple de ces couronnes d'augite qui s'observent non seulement dans les roches basiques, mais parfois aussi dans certains trachytes et andésites (Lioran) (*Cantal*).

β) Dans les trachytes et les andésites.

Dans les trachytes (Mont-Dore, Puy-de-Dôme), les transformations subies par les enclaves de quartz sont un peu différentes ; le quartz est étonné, fendillé sans que sa transparence soit altérée, et dans ses fentes se sont développées de très belles lames de tridymite. Les cristaux les plus nets de ce minéral se trouvent au Capucin (Mont-Dore) dans le quartz enfumé, enclavé par le trachyte. J'en ai trouvé également de jolis échantillons dans les granulites englobées dans les trachytes de Menet (*Cantal*).

Les enclaves quartzeuses sont parfois extraordinairement abondantes dans ces roches volcaniques et au col des Goules, sur le flanc du Puy de Pariou (*P. de D.*), on peut recueillir des échantillons de trachyte et d'andésite dans lesquels elles simulent des phénocristaux ; elles sont du reste accompagnées de fragments de feldspaths et des autres éléments anciens des blocs de granite dont elles proviennent.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Le quartz est un élément essentiel d'un très grand nombre des types pétrographiques constituant les schistes cristallins; son association à des feldspaths, des micas ou des amphiboles est l'une des caractéris-

tiques des *gneiss*, alors que dans les *micachistes* sa proportion est en moyenne beaucoup plus considérable par suite de la disparition des feldspaths. Il se rencontre, en outre, en individus plus petits dans tous les types de *schistes micacés*, de *schistes à séricite*, qui établissent le passage des schistes cristallins aux roches franchement clastiques.

Le quartz des schistes cristallins présente la plus grande analogie avec celui du granite, il est gris, blanc, parfois rougeâtre, plus rarement bleuâtre. Il possède les mêmes inclusions; sa structure est généralement xénomorphe, parfois granulitique (gneiss granulitique). Il englobe la plupart des éléments de la roche et notamment les traînées de mica ; ses grains sont souvent allongés dans le sens de la schistosité et parfois réunis en grand nombre.

Dans ces roches, les structures à orientations définies sont assez fréquentes soit avec les feldspaths (quartz pegmatique et quartz vermiculé) soit plus souvent avec l'amphibole, les pyroxènes, le grenat, les micas, etc. ; les individus quartzeux se présentent dans ce dernier cas plus souvent avec des formes arrondies qu'avec la forme géométrique qu'ils revêtent dans la pegmatite graphique.

Dans les gneiss riches en sillimanite, ce dernier minéral forme parfois des aiguilles très fines, distribuées en grand nombre à axe parallèle dans le quartz qui prend alors un aspect fibreux très caractéristique (*faserkiesel* des minéralogistes allemands) [Plateau Central ; Cambo (*Basses-Pyrénées*)].

Le quartz, surtout dans les micachistes et les schistes à séricite, peut s'isoler dans des lits distincts, pauvres en minéraux étrangers pour former de véritables *quartzites*. Il y constitue aussi de gros nodules, disposés suivant les lits de schistosité ou des amandes étranglées et distribuées en forme de chapelets ; elles sont fréquemment creusées de cavités dans lesquelles se trouvent des cristaux distincts (formes communes) d'ordinaire d'un blanc laiteux et fréquemment déformés mécaniquement. Aux environs de Pornic (près la pointe Saint-Gildas, (*Loire-Inférieure*), ces amandes sont constituées par l'enchevêtrement de très grands individus présentant des clivages distincts (probablement d'origine secondaire).

L'origine de ces amandes de quartz est dans bien des cas, sinon dans tous, éruptive. Il est fréquent de voir ces amandes en relation avec de véritables filons quartzeux ; elles renferment souvent les mêmes minéraux que ceux-ci (feldspaths, andalousite, disthène, etc.). Ce sont

des amandes ou filonnets de ce genre qui, dans les environs de Nantes (*Loire-Inférieure*), renferment le *quartz aventuriné* que l'on trouve rarement en place (douves Saint-Nicolas à Nantes), mais qui abonde à la surface du sol en blocs épars. Il est généralement teinté en rouge par des infiltrations ferrugineuses qui se sont glissées entre les petits grains dont les reflets donnent de l'intérêt à cette pierre ; celle-ci prend un beau poli.

Les déformations mécaniques sont très fréquentes et parfois d'une intensité remarquable dans le quartz des schistes cristallins et c'est dans les nodules quartzeux de ceux-ci que l'on peut trouver les plus beaux exemples des particularités de structure produites par écrasement et laminage (structure en ciment, extinctions roulantes, etc.).

4° *Dans les filons.*

Le quartz constitue des filons dépourvus de toute substance métallifère, mais dans d'autres cas, il sert de gangue à divers minerais de plomb, de zinc, de cuivre, à du mispickel, de la cassitérite, de l'or, etc. Il n'existe aucune délimitation nette entre les filons exclusivement quartzeux et les filons métallifères à gangue quartzeuse, aussi la division que j'établis plus loin n'a-t-elle qu'une valeur descriptive. Il m'a paru bon de séparer les gisements où les produits métallifères sont assez abondants pour donner lieu à des exploitations de ceux dans lesquels le quartz existe seul. Dans les premiers, du reste, le quartz présente parfois des particularités spéciales dues aux minéraux qui l'accompagnent.

Je n'ai pas cru devoir séparer des filons de quartz, les remplissages incomplets de fentes que l'on trouve si souvent dans les Alpes et qui fournissent tant de beaux cristaux ; il existe en effet tous les passages entre ces deux genres de gisements et pour ceux que je n'ai pas personnellement vus en place, il m'eût été impossible d'établir une distinction justifiée.

Le quartz de tous ces genres de filons est généralement très riche en inclusions liquides.

a) *Dans les filons exclusivement quartzeux et les fentes incomplètement remplies.*

Les filons exclusivement quartzeux se rencontrent en quantité considérable dans la plupart des régions françaises, constituées par des

schistes cristallins, des roches granitiques, des roches sédimentaires anciennes (assises paléozoïques et triasiques surtout). Ils jouent souvent un rôle important dans l'orographie de ces régions par suite de leur résistance aux agents atmosphériques qui ont érodé toutes les roches avoisinantes ; ils constituent alors des crêtes, de véritables murs dominant toutes les autres formations. Je ne chercherai pas à donner des listes de ces filons qui n'ont pas d'intérêt minéralogique, je rappellerai seulement qu'ils sont souvent creusés de géodes que tapissent des cristaux de quartz de toute couleur sans grand intérêt minéralogique : ils sont le plus souvent réduits aux faces p et $e^{1/2}$. Je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant à ma connaissance des cristaux intéressants par leur beauté ou par quelque particularité spéciale.

Les filons de ce genre renferment assez souvent des pseudomorphoses quartzeuses de calcite, de fluorine, etc.

A côté de ces filons de quartz, il y a lieu de citer ici le cas très fréquent dans lequel s'observent dans le granite, dans les schistes modifiés par lui, dans les gneiss et les micaschistes ou même dans des roches sédimentaires non métamorphiques des fentes dont les parois sont tapissées de cristaux de quartz ; cette catégorie de gisement est une de celles qui fournissent les plus remarquables cristaux de ce minéral (quartz hyalin, enfumé, améthyste) ; dans quelques régions, ils sont associés à des cristaux d'adulaire, d'albite, d'axinite, d'épidote, parfois à de l'anatase, du rutile, de la calcite, de l'asbeste, etc.

Dans quelques-uns de ces gisements (Pyrénées), il existe une liaison évidente entre la formation de ces minéraux et les phénomènes de contact du granite, alors que dans d'autres, comme dans certaines localités de l'Oisans, il y a passage à de véritables filons quartzeux et même à des filons métallifères, sans relations évidentes avec des roches éruptives.

Flandre. — *Nord*. J'ai examiné quelques cristaux de quartz très limpides provenant des mines de Saint Marck à Anzin ; ils sont très déformés, parfois riches en cavités. Leurs faces sont courbes et dans la zône $p\ e^{1/2}$ ils présentent des faces assez nombreuses : les suivantes : H_0 $(13.3.\bar{16}.16)$, H_5 $(54\bar{3}\bar{7})$, ξ_4 $(25\bar{7}\bar{7})$, m'ont fourni des mesures assez nettes. Comme dans tous les cristaux de ce genre, ces faces sont irrégulières : elles sont vraisemblablement dues à des corrosions primaires. J'ai observé aussi les rhomboèdres suivants :

e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/5}$ $(0\bar{5}\bar{5}1)$: les faces x et s sont peu fréquentes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Parmi les nombreux filons de quartz (souvent exploités pour l'empierrement des routes) qui se rencontrent dans les assises paléozoïques et les roches éruptives de ce département, on ne trouve pas fréquemment de beaux cristaux de quartz. J'en ai cependant étudié quelques-uns que m'a communiqués M. Dorlodot d'Armont ; un cristal de quartz hyalin très limpide bipyramidé, mesurant 4^{cm} suivant l'axe vertical provenant des Monts-en-Plouër, des cristaux d'améthyste, du Vieux Marché en Plouaret.

L'améthyte se rencontre assez abondamment dans les filons de quartz qui jouent un rôle géologique important de Saint-Brieuc à Lannion.

M. Havel m'a communiqué des cristaux de quartz parfaitement hyalins, provenant de la limite des départements des *Côtes-du-Nord* et du *Morbihan*, de la lande de Perret, sur les bords de l'étang des Salles de Rohan. Ces cristaux atteignent plus de 20 ^{cm} suivant l'axe vertical, ils sont quelquefois brisés et réunis en grand nombre par un ciment de limonite ; très fréquemment les faces p dominent de beaucoup sur $e^{1/2}$.

Ille-et-Vilaine. Des cristaux d'améthyste de couleur claire se trouvent dans les falaises de Saint-Buc en Minihic-sur-Rance.

Finistère. Parmi les filons de quartz qui traversent les schistes de Morlaix se trouvent parfois des cristaux de quartz prase d'un vert poireau foncé.

Grâce à l'obligeance de M. Barrois, j'ai pu examiner quelques beaux cristaux de quartz recueillis dans un filon qui coupe la kersantite de Logonna-Daoulas dans la rade de Brest. Ces cristaux atteignent un décimètre, ils sont hyalins, mais un peu enfumés. Leur structure polysynthétique est fort singulière, ils sont constitués par l'accolement ou l'enchevêtrement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ayant la structure caverneuse des cristaux de quartz déposés dans les argiles ; ils présentent les mêmes particularités cristallographiques (déformations, allongement suivant une arête oblique $p\,e^2$, irrégularité et courbures de certaines faces). Sur quelques cristaux, j'ai observé des faces courbes intermédiaires entre p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$; les images nettes correspondent aux formes H_1 $(41\bar{5}5)$, H_5 $(43\bar{7}7)$, H_6 $(13.12.\bar{25}.25)$ et ξ_2 $(35\bar{8}8)$, dont les angles ont été donnés plus haut. Ces cristaux sont recouverts et imprégnés par de la pyrite en voie d'altération.

M. Pavot m'a remis de jolis cristaux de quartz recueillis à Bohars

près Brest. Ce sont des masses fibro-bacillaires blanches dont les pointements, libres dans les géodes, sont colorés en rouge vif : ils sont généralement encapuchonnés. A Pluguffan près Quimper, des cristaux analogues sont d'un rose orangé d'une nuance très agréable. La zône pigmenté est recouverte d'une couche absolument incolore.

Morbihan. Parmi les nombreux filons ou filonnets quartzeux des micachistes de Belle-Isle-en-Mer, on trouve quelquefois de jolis cristaux d'améthyste dont les faces de la pyramide sont d'ordinaire blanches et opaques ; on rencontre aussi du quartz radié, semblable à celui qui est représenté par la fig. 35 (page 69).

De petits cristaux de quartz souvent très aplatis suivant une face e^2 et allongés suivant une arête horizontale $p\ e^2$ se trouvent dans les fentes des micachistes de Saint-Allouestre.

Un filon situé à Saint-Gravé a fourni autrefois de très curieux cristaux de quartz bipyramidé opaque d'un blanc jaunâtre, constitués par $p\ e^{1/2}$, avec très grande prédominance du rhomboèdre primitif ; ces cristaux à faciès cubique atteignent 3^{cm} et sont adhérents à des cristaux plus petits de forme normale ; ils sont parfois recouverts de calcédoine : cette même particularité s'observe sur des cristaux de quartz hyalin ou rose, limpides ou translucides se rencontrant à Saint-Avé.

Des cristaux octaédriques de fluorine, transformés en quartz, abondent dans des filons quartzeux à Luscannen et à Botcouarh (T. II, p. 781) près Vannes.

Loire-Inférieure. Les cristaux distincts sont rares dans les nodules et les filonnets de quartz de la côte s'étendant de la pointe Saint-Gildas à Pornic et à la Bernerie. M. Baret a signalé cependant un énorme cristal de quartz laiteux encapuchonné provenant de la côte de Sainte-Marie.

Le même minéralogiste a indiqué de beaux cristaux de quartz limpides, laiteux ou enfumés dans de nombreux autres gisements analogues de ce département. (Nozay, Pierric, Marsac, etc. Voir *op. cit.* 38, 1898). Ces cristaux sont de formes simples (avec quelquefois s, x, $e^{7/4}$).

Vendée. — *Vendée.* La collection du Muséum possède un échantillon de quartz fibreux incolore, très analogue à celui de Brioude, décrit plus loin, et indiqué comme provenant des Herbiers ; il a été sans doute recueilli dans l'un des filons ou nodules quartzeux des schistes à séricite de cette région.

Rivière a signalé (*Mém. soc. géol. France*, 2ᵉ série, IV, nᵒˢ 2, 72), dans le granite de Chambretaud et de Chantemerle, des veines de quartz hyalin, enfumé, améthyste, etc., avec cristaux souvent limpides, autrefois utilisés pour la joaillerie et désignés dans le pays sous le nom de *pierres de Chambretaud*. Les cristaux de Chambretaud que j'ai examinés (p. 52) me paraissent liés génétiquement à la pegmatite.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Parmi les nombreux filons quartzeux de l'Anjou, il y a lieu de faire une mention spéciale pour ceux qui sont constitués en grande partie ou complètement par des cristaux de quartz, allongés suivant l'axe vertical et groupés en sphéroïdes de plusieurs centimètres, parfois de plusieurs décimètres de diamètre. Cette structure est fort curieuse et peut être regardée comme une production sphérolitique géante. La fig. 35 reproduit la photographie d'un échantillon extrait d'un filon de ce genre ; les gisements à citer sont ceux de Beaucouzé, Chavagnes, Martigné-Briand, Saint-Lambert-la-Poterie, Chaudefonds, Brissac, etc. Ce quartz blanc, jaune, plus rarement noir (Chavagnes), s'y trouve en blocs, parfois énormes, épars au milieu des champs ; il a été signalé pour la première fois par Mesnard de la Groie (*J. M.* XXVII. 67) qui a donné au Muséum la plupart des échantillons que j'ai étudiés.



Fig. 35.
Quartz en masses bacillaires de Beaucouzé.
(*Photographie un peu réduite.*)

Le quartz fibreux de Beaucouzé est parfois implanté sur de gros rhomboèdres de calcite, transformés en quartz et pouvant aisément être décapuchonnés, comme ceux qui sont représentés plus loin par la fig. 42.

Pyrénées. — Les cristaux de quartz hyalin sont assez abondants dans les fentes du granite et des schistes cristallins de toute la chaîne, mais un très petit nombre de gisements se recommandent pour la beauté des cristaux.

Basses-Pyrénées. Des cristaux de quartz hyalin se rencontrent dans

les fentes du granite et des sédiments métamorphiques des environs des Eaux Bonnes et des Eaux Chaudes.

Hautes-Pyrénées. Les fentes à cristaux dont il a été question aux articles *axinite*, *épidote*, *prehnite*, abondent dans les environs de Barèges et notamment à la Piquette déras lids ; les cristaux qu'elles renferment sont soit hyalins, soit colorés en verdâtre et imprégnés d'asbeste (œil de chat). De magnifiques prismes pesant plusieurs kilogrammes ont été rencontrés dans ce gisement, ils ont parfois une structure fibreuse (fig. 36). Ils sont généralement pauvres en faces et ne présentent que les formes habituelles avec s, x. J'ai cependant observé sur l'un d'eux la face v_2 $(17.1.\bar{1}\bar{8}.1)$, entre x et e^2. Ces cristaux sont quelquefois constitués à l'une des extrémités par un pointement unique et à l'autre par un grand nombre de pointements distincts groupés à axes parallèles.



Fig. 36. Quartz de la Piquette déras lids. (*Photographie un peu réduite.*)

Le quartz hyalin se trouve aussi dans les mêmes conditions aux environs de Cauterets et dans le massif du Vignemale.

Haute-Garonne. Le quartz hyalin en beaux cristaux est peu abondant dans les montagnes de la Haute-Garonne, il existe cependant en cristaux limpides dans un grand filon situé dans le Mail de Cristal, prolongement occidental du pic de Crabère. Ce filon déjà cité par de Dietrich est inaccessible et les échantillons ne peuvent être trouvés que dans les éboulis. Ce quartz est soit hyalin, soit chloriteux, il supporte parfois de petits cristaux d'anatase ; ses formes sont simples, on y voit assez souvent s et x.

Ariège. Les lits de talc alternant avec les calcaires paléozoïques de Pitourless en Lordat, non loin des carrières de talc de Trimounts sont traversés par de nombreux filonnets de quartz, au contact desquels le calcaire s'est chargé de larges lames de talc, de masses fibreuses de trémolite, etc. J'ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 307. 1891) dans ces filons des cristaux de quartz présentant des phénomènes de torsion hélicoïdale ou de torsion dans un plan, extrêmement intenses. Les fig. 20, 22, 37 et 38 donnent une idée de quelques-unes de ces déformations. Tantôt le cristal a été tordu ou courbé, sans que sa continuité soit extérieurement interrompue (fig. 37), tantôt au contraire, il a cédé par

places et alors, ou bien la plaie est restée béante, ou bien au contraire elle a été ressoudée par la même substance. Les clivages p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, et parfois e^2 $(10\bar{1}0)$ sont fréquents dans ces cristaux déformés. J'ai indiqué page 37 l'effet de ces déformations sur la structure microscopique de ces cristaux qui sont toujours d'un blanc lâiteux.

Dans un même filon, des cristaux voisins sont souvent tordus dans des sens différents, l'intensité de la déformation et le sens de la torsion semblent liées uniquement à la position du cristal par rapport à la poussée de la force déformante. Il est probable en outre que les géodes du filon étaient, au moment de la déformation, remplies de calcite, ce qui expliquerait pourquoi les fragments brisés ont pu fréquemment res-



Fig. 37.
Quartz de Pitourless en Lordat tordu hélicoïdalement. (*Photographie réduite à la moitié environ.*)



Fig. 38.
Quartz de Pitourless en Lordat tordu en crosse (*Photographie réduite à la moitié environ.*)

ter fixés au cristal originel par des points d'attache extrêmement fragiles.

J'ai trouvé des cristaux semblablement déformés dans la recherche de talc effectuée sur un lambeau talqueux, enclavé dans le granite près du col de l'Estagnet (Sud-Est d'Ax).

J'ai recueilli d'assez beaux cristaux de quartz hyalin dans les fentes des schistes paléozoïques modifiés par le granite endomorphisé, entre le lac Naguille et le col de Clottes de Port.

Les petits cristaux de quartz hyalin ne sont pas rares dans les contacts granitiques du Quérigut, je n'y ai vu aucune particularité intéressante (p, e^2, $e^{1/2}$, x, s).

Corbières. — *Hérault.* Les schistes servant de mur au terrain houiller de Graissessac sont traversés par de nombreux filons de quartz, dont les cavités sont tapissées de bipyramides transparentes de ce minéral ; dans les échantillons que m'a communiqués M. Parisse, j'ai observé des pseudomorphoses de cristaux de barytine en quartz hyalin (chemin des Bouis).

Cévennes. — *Gard.* Les fentes du terrain houiller de Rochebelle à Alais sont quelquefois tapissées de très jolis cristaux de quartz hyalin, surtout remarquables par leurs grosses inclusions macroscopiques à bulle mobile (quartz aérohydre) ; ils sont associés à de la dolomite et souvent isolés dans un remplissage argileux.

Plateau Central. — *Tarn.* Des cristaux de quartz hyalin et d'améthyste atteignant 5^{cm} suivant l'axe vertical se trouvent dans les arènes granitiques du domaine de la Paladille en Mazamet. Ces cristaux sont souvent formés par le groupement à axes parallèles (avec profonds angles rentrants) d'un grand nombre d'individus.

Haute-Loire. On trouve dans les vieilles collections, sous le nom de quartz fibreux de Brioude, des échantillons de quartz blanc ou rosé en fibres un peu soyeuses, atteignant 3^{cm} de longueur et ressemblant, au premier abord, à du gypse fibreux. M. Vernière m'a donné des renseignements sur le gisement de ce minéral aujourd'hui difficile à trouver. Il formait des filonnets horizontaux au milieu d'une argile en contact avec le gneiss, lui-même traversé par un filon de quartz. Le gisement est situé au Nord du hameau de Costecirgues près de Vieille-Brioude, à près de 100 mètres au-dessus du pont de l'Allier. Il existait dans cette même argile des rognons d'une amphibole d'un bleu clair verdâtre. Le quartz fibreux se trouve sous la même forme dans des rognons siliceux englobés par des argiles oligocènes en contact avec les gneiss au-dessus de Paulhac et au Sud du hameau du Pouget en Beaumont (au Nord-Est de Brioude).

J'ai examiné de nombreux échantillons de ce quartz. D'après les fragments de gangue, qui y adhèrent, il est évident qu'il a été produit originellement dans le gneiss ; les échantillons de Costecirgues supportent en effet de la damourite verdâtre résultant de la décomposition de feldspath, ceux du Pouget en Beaumont une amphibole très altérée, d'un jaune clair. L'orientation des fibres du quartz est variable et paraît être la conséquence de son origine pseudomorphique, aux dépens de calcite fibreuse à laquelle il est parfois encore associé.

On trouve des cristaux d'améthyste à la montagne des Pierres des Bagues à Vezezoux.

Puy-de-Dôme. Les filons quartzeux sont très nombreux dans ce département ; il y a lieu de faire une place toute spéciale à ceux qui sont constitués par de l'améthyste ; ils ont fait depuis le commencement du XVII[e] siècle l'objet d'exploitations actuellement reprises ; la taille de cette pierre constitue aujourd'hui près de Clermont une petite industrie locale intéressante.

Les filons contenant l'améthyste (*N.N.O.*), sont surtout abondants aux environs d'Issoire ; l'améthyste en cristaux implantés sur les parois du granite et constituant parfois de belles géodes y est un accident plus ou moins abondant au milieu de quartz blanc ou laiteux ; ce sont ces cristaux qui sont extraits, brisés et triés pour la taille. Je dois à MM. Bouhard, Demarty et P. Gautier les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

Les principaux filons se trouvent dans les gisements suivants : ravin de Chambelève (Genestine) sous Saint-Étienne-sur-Usson, les filons ayant environ 1 m. 50 à 2 m. d'épaisseur et visibles sur près de 2 kilomètres, fournissent des blocs rubanés et aussi de beaux cristaux ; à 8 m. de la surface, on a trouvé de la pyrite arsénicale, un peu aurifère, constituant le milieu du filon ; Jaladis-de-Condat (blocs rubanés) ; Vernet-la-Varenne (filons de la Fontaine d'Escout et filons des Espagnols à Pégut) ; La Croix Saint-Barthélemy en Champagnat-le-Jeune ; Marnat près Jumeaux (pierres claires) ; Lair près Saint-Germain-Lherm (améthyste veinée de calcédoine laiteuse) ; La Bessière près Aix-la-Fayette (améthyste très colorée, encapuchonnée de quartz blanc), etc.

Le filon des Espagnols à Pégut a présenté des géodes mesurant de 3 à 5 mètres suivant sa direction et assez larges pour qu'un homme puisse y passer. Elles sont en général remplies d'argile et tapissées de cristaux d'améthyste, souvent recouverts de calcite. Ces géodes se terminent par le contact des cristaux recouvrant les parois. Elles sont incrustées d'une argile silicifiée ferrugineuse, passant à un véritable jaspe, celle-ci contient parfois à l'état isolé des cristaux d'améthyste d'un beau violet vif homogène, alors que ceux des parois sont irrégulièrement colorés (voir plus loin) et recouverts d'une couche superficielle blanche ou opalescente.

M. P. Gautier m'a communiqué des cristaux d'un violet presque noir (avec p presque seul), provenant d'un filon parallèle au précédent et

séparé de lui par 300^{m} environ ; il a 25^{m} de puissance. Vers 1840, on a découvert dans ce même filon (sous le château de la Chapelle) de gros cristaux d'améthyste complets et séparés les uns des autres, au lieu de constituer comme ceux de tous les autres gisements des croûtes cristallines.

Les filons de quartz de la région située entre la Montgie, Saint-Étienne-sur-Usson et Saint-Germain-Lherm ne renferment guère l'améthyste que dans leurs parties amincies et leurs apophyses. Ils sont normalement constitués par du quartz blanc.

Les cristaux d'améthyste de ces gisements ne présentent jamais que des pointements p et $e^{1/2}$; très souvent dans les cristaux entièrement violets, les faces p $(10\bar{1}1)$ prédominent et il n'est pas rare d'observer des cristaux à apparence cubique dans lesquels de petites facettes $e^{1/2}$ sont à peine indiquées.

Dans plusieurs filons, mais particulièrement dans celui de Chambelève, on rencontre des géodes avec cristaux superficiellement rouges et ternes qui présentent une forme polysynthétique très nette représentée par la fig. 39. Le pointement du cristal est normal, mais ses bords sont disposés en étoile par suite de l'existence d'angles rentrants mettant nettement en évidence les individus qui constituent le groupement. C'est la contre-partie des cristaux bien connus d'améthyste d'Oberstein, dans lesquels chaque angle de la pyramide est remplacé par une gouttière creusée au contact des individus qui constituent l'assemblage. Il est assez fréquent de ne trouver ces angles rentrants que sur trois faces seulement du cristal. D'ordinaire les vides formés par les angles rentrants sont hérissés de petits cristaux d'améthyste disposés d'une façon quelconque. Les groupements de ce genre atteignent souvent 3 centimètres de diamètre et peuvent même dépasser cette dimension.

Fig. 39.
Projection sur la base d'un cristal d'améthyste de Chambelève présentant la macle du Brésil avec angles rentrants profonds.

La couleur de l'améthyste d'Auvergne est en moyenne d'un violet très foncé, donnant de jolies pierres surtout dans les petites tailles, les grosses étant trop foncées et tirant sur le violet noir. La couleur d'un cristal est rarement homogène et ce défaut d'homogénéité apparaît très nettement dans les coupes des cristaux. La fig. 40 représente

la photographie d'un cristal de Chambelève scié parallèlement à une face e^2 ; on voit nettement les alternances de zones violettes et de zones incolores ou blanches. Ceci n'est pas une exception, en effet, dans un même filon, la partie des cristaux qui est appuyée sur le granite est souvent blanche, puis se succèdent des zones de coloration variée et le sommet des cristaux pointant dans les géodes est tantôt violet, tantôt blanc ou jaune ; c'est ce qui a lieu surtout pour de très gros cristaux.

La macle complexe représentée par la fig. 37 se trouve dans les cristaux à surface blanche ou jaune.

La fig. 28 (page 44) montre la structure d'un cristal scié normalement à l'axe ternaire ; on voit qu'il est bâti sur le même plan que les améthystes du Brésil décrites par Des Cloizeaux. D'une façon presque générale, les zones violettes sont constituées par le mélange de cristaux droits et gauches et montrent en lumière convergente les spirales d'Airy, ou une croix plus ou moins régulière, tandis que les secteurs blancs



Fig. 40.
Améthyste de Chambelève taillée parallèlement à une face prismatique et montrant les alternances de quartz laiteux et de quartz violet. (*Photographie un peu réduite.*)



Fig. 41.
Quartz encapuchonné de Charbonnières-les-Varennes. Le cristal extérieur est enfumé ; celui qu'il recouvre est laiteux. (*Photographie réduite à la moitié environ.*)

sont constituées par des individus droits ou gauches. On y trouve cependant aussi des superpositions d'individus de signe différent. J'ai représenté un cristal à structure peu régulière, mais on trouve souvent des cristaux dont la structure est plus schématique encore que celle représentée par la fig. 27.

Aux affleurements des filons, l'améthyste conserve rarement sa couleur violette : les blocs extraits et laissés à l'air deviennent au bout de quelques années verdâtres, puis se décolorent complètement.

D'énormes cristaux de quartz enfumé ou hyalin, toujours réduits aux

formes p et $e^{1/2}$ tapissent les fentes des grands filons de quartz de Charbonnières-les-Varennes. Ces cristaux sont généralement polysynthétiques comme ceux que représente la fig. 61 et souvent aussi encapuchonnés (fig. 41). C'est dans ce même gisement que se rencontrent les pseudomorphoses de calcite en quartz (fig. 42) et la chalcolite qui sont décrites à ces espèces. Le filon de Champeau près du volcan de Gravenoire présente les mêmes particularités.



Fig. 42.
Rhomboèdres de calcite transformés en quartz avec, à droite, leur contre-empreinte en quartz. Charbonnières-les-Varennes. (*Photographie réduite au quart environ.*)

Des filons de quartz, traversant la région granitique de Saint-Clément, renferment parfois des agrégats à formes sphéroïdales constitués par des cristaux de quartz disposés radialement et généralement implantés sur un noyau de granite. M. Gonnard a trouvé (*C. R.* CIII. 1036. 1886) au milieu de ceux-ci des vides octaédriques, laissés par des cristaux de fluorine, disparus ; ces vides renferment, limités également par des lames quartzeuses, des moules d'octaèdres plus petits, ayant la même orientation que le grand octaèdre qui les renferme (voir page 93).

Dordogne. Les schistes cristallins des environs de Saint-Martin de Fressingeas sont traversés par des filons quartzeux renfermant de beaux cristaux d'améthyste. M. Michel a trouvé dans quelques-uns d'entre eux des aiguilles de gœthite, rappellant l'onégite du lac Onéga.

Saône-et-Loire. Les filons de quartz d'âge triasique qui s'observent à Pruzilly, près de Chasselas et à Leynes renferment par places d'assez jolis cristaux de quartz incolore, enfumé (très noir) ou améthyste ; ils sont généralement réduits à des pointements birhomboédriques, sans prisme distinct.

Alpes. — *Haute-Savoie*, *Massif du Mont-Blanc*. La protogine et les schistes métamorphisés par elle sont dans le massif du Mont-Blanc sillonnés de filonnets de quartz qui fournissent en abondance considérable de magnifiques cristaux de quartz ; ceux de la protogine sont

généralement plus gros et plus teintés (enfumés, améthystes) que ceux des roches métamorphiques, qui sont le plus souvent hyalins.

Les gisements les plus remarquables à citer sont : au Nord-Est du Mont-Blanc, la chaîne des Aiguilles d'Argentières jusqu'au Mont-Dolent (notamment le Tour noir) qui domine le glacier d'Argentière ; le glacier de Lognan ; puis à l'Est de Chamonix, le glacier des Bois, la Mer de glace apportent les éboulis des crêtes qui dominent le glacier du Mont-Blanc et de la Chaponaz (aiguille du Dru notamment), le glacier de Talèfre (aiguilles des Droites, des Courtes, du Talèfre, du Moine et au milieu du glacier, le Jardin du Talèfre), les glaciers du Géant ou du Tacul, etc. Enfin, plus près du Mont-Blanc, les Aiguilles de Charmoz, du Midi, le Dôme du Goûter, le glacier de Miage, etc.

A l'Ouest et au Nord-Ouest de Chamonix, il faut aussi signaler la chaîne du Brévent et des Aiguilles rouges (schistes cristallins).

A l'Aiguille du Tour noir, les cristaux sont forts beaux ; ils se trouvent dans la protogine très altérée ; les cristaux de quartz hyalin, accompagnés d'un peu de quartz enfumé et de fluorine rose s'observent surtout dans les veines de quartz blanc, alors que les cristaux enfumés et améthystes ont particulièrement pour gangue du quartz noir ; les cristaux de cette région peuvent dépasser 6 kg.

Ces cristaux ont été peu étudiés. Haidinger (*Treat. Min. Mohs*. Edinburgh 1825) a décrit un remarquable cristal de Chamonix présentant l'hémiprisme K [$(51\bar{6}0)$]. Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*, p. 73) a signalé le plagièdre μ sur un cristal enfumé de la même localité. Enfin M. Brun a décrit des cristaux, recueillis entre le Mont-Frety (versant italien) et la Brenna, et présentant les formes $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, s et x.



Fig. 43.
Quartz enfumé du massif du Mont-Blanc.

J'ai examiné un assez grand nombre d'échantillons de cette région.

Parmi eux, il faut citer en premier lieu de très beaux cristaux d'un noir foncé, extrêmement brillants, rappelant ceux du Saint-Gothard ; ils sont riches en faces, les rhomboèdres les plus fréquents sont : e^{32} $(11.0.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}\bar{0})$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, e^{3} $(40\bar{4}1)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ et le rhomboèdre inverse $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ à faces ternes, mais dont le symbole est assuré par l'existence d'une petite

face q $(3\bar{8}11)$, en zone avec ce rhomboèdre et u $(31\bar{4}1)$. Les faces de ce dernier plagièdre sont plus ou moins ternes, alors que celles de x sont toujours plus brillantes et plus largement développées (fig. 43). J'ai aussi rencontré $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$.

Ces cristaux sont très groupés et rappellent à cet égard ceux des pegmatites, les individus composants sont de même rotation ; ils sont implantés avec quelques rares cristaux d'apatite sur un granite (protogine).

Le type le plus fréquent parmi les cristaux de quartz enfumé du massif du Mont-Blanc est d'une couleur différente des premiers. Leur coloration est peu intense, avec souvent une teinte un peu rosée. Ces cristaux sont fréquemment groupés à axes parallèles, souvent bipyramidés et montrent alors leurs faces x normalement disposées aux deux extrémités d'une même arête verticale. Plus rarement, on trouve des macles par pénétration suivant e^2, avec des faces x à l'extrémité de plusieurs arêtes verticales contiguës, les composants de la macle ont d'ordinaire la même rotation (fig. 5).

Dans ces cristaux, les faces p dominent fréquemment sur $e^{1/2}$; c'est ce qui a lieu pour de très gros cristaux provenant des Courtes (15 cm. suivant l'axe vertical et 6 cent. de diamètre) que possède la collection du Muséum.

Les macles vicinales avec torsion hélicoïdale, bien connues par les cristaux du Saint-Gothard s'observent dans ces gisements. Ce sont des groupements fermés ou demi-fermés (voir p. 31), allongés suivant une arête p e^2 et aplatis suivant une face e^2 (fig. 44).

Fig. 44.
Quartz enfumé tordu hélicoïdalement (macle vicinale presque fermée).

Les cristaux enfumés de cette région sont fréquemment recouverts de ripidolite écailleuse dont la cristallisation a commencé au moment où celle du quartz finissait, de telle sorte que la ripidolite ne se trouve qu'à la surface du quartz. Lorsqu'on frotte de semblables cristaux, la ripidolite disparaît, ne laissant plus guère que son empreinte à la surface du quartz. Le quartz chlorité du type habituel, c'est-à-dire avec ripidolite englobée dans le cristal, se rencontre aussi.

Les cristaux de quartz hyalin offrent les mêmes formes que les

cristaux enfumés, ils renferment parfois des aiguilles d'épidote (glacier des Bois), de rutile, d'asbeste ; la collection Romé de Lisle contient un cristal légèrement verdâtre (montagne de la Côte, près Chamonix) riche en fibres d'asbeste qui, s'il était taillé, constituerait un joli œil de chat.

La collection du Museum possède depuis peu une macle suivant ξ, du type représenté par la fig. 58 ; elle vient des Alpes de la Savoie, mais sans indication précise de localité.

Savoie. Les fissures des schistes paléozoïques et du granite de la Tarentaise renferment aussi des cristaux de quartz (col de l'Enclave, etc.). J'ai observé un cristal limpide de cette région ayant les faces e^2 peu développées, alors que divers rhomboèdres e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ prennent une large extension. Un autre cristal enfumé présente la macle suivant e^2, se manifestant par de larges faces x, placées sur des arêtes verticales contiguës.

J'ai examiné, grâce à l'obligeance de M. Denis, de jolis cristaux de quartz hyalin limpide (7 à 8 ^{cm}), venant du col du Petit Galibier, (versant savoyard, opposé à celui des Hautes-Alpes, conduisant à la Grave). Ces cristaux sont remarquables par leur limpidité ; ils sont incolores avec une teinte bleuâtre ; très souvent, ils sont polysynthétiques, l'une de leurs extrémités étant constituée par un pointement unique, alors que l'autre est des plus complexes.

Isère. Depuis une époque très reculée, les environs du Bourg d'Oisans sont célèbres par les beaux cristaux de quartz que l'on y rencontre et que l'on y a exploités avec activité. Il semble que la découverte de la mine de la Gardette et les recherches intermittentes faites sur ses filons aient, depuis la fin du siècle dernier, déterminé peu à peu l'abandon des anciens filons qui ont fourni aux collections tant de beaux cristaux et dont Guettard a donné une intéressante description (*Mém. sur la minér. Dauphiné*, 1779.457).

Les plus célèbres de ces *cristallières* se trouvent dans le prolongement des Grandes-Rousses, limité par la rivière de l'Eau d'Olle et la Romanche ; elles sont pour la plupart sur le territoire d'Huez. Ces gisements se continuent à l'Est par ceux des environs de la Grave qui seront décrits plus loin (*Hautes-Alpes*).

Il y a lieu de citer tout d'abord la grande cristallière d'Huez, située à 2.700 m. d'altitude au pied du glacier des Grandes-Rousses, au-dessus de la Herpière (rive gauche du ruisseau de Charbonnières), puis

celle du pied du pic de l'Étendard; il existe d'autres filons, plus au Sud, à l'Herpie-en-Huez, puis entre Auris et le Freney au-dessus des Rivaux du Puy, entre Mizoen et Clavans. Des recherches ont été faites en outre sur des filons coupés par le torrent de la Sarrenne, d'un côté au-dessus de la Garde-en-Huez et de l'autre à la Font-Poulain à Maronne-en-la-Garde.

Dans la vallée de l'Eau d'Olle, il faut citer les environs de Vaujany.

Le quartz de cette région est généralement hyalin, parfois chlorité, beaucoup plus rarement (Maronne) enfumé et alors de couleur très foncée. Le seul de ces vieux gisements dont j'ai étudié des cristaux d'origine certaine est celui de Maronne (Font-Poulain) dont la collection du Muséum possède de nombreux et beaux échantillons; ces cristaux sont de grande taille, associés à de très gros cristaux de calcite jaunâtres, quand le quartz est enfumé, blancs et rosés quand il est

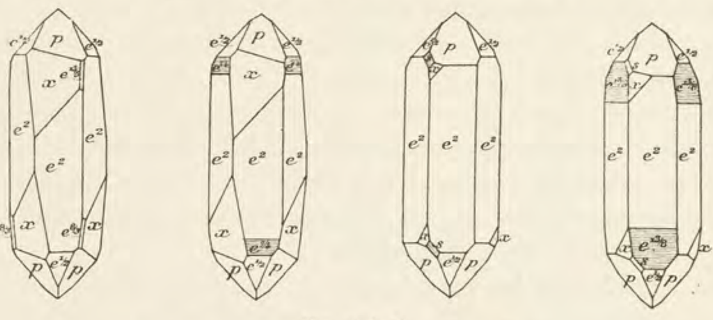


Fig. 45 à 48.
Formes communes du quartz hyalin de l'Oisans.

hyalin. Ils sont souvent dans ce dernier cas imprégnés d'une ripidolite d'un blanc verdâtre et associés à des cristaux de sphène (spinthère), plus rarement à des cristaux d'anatase.

Dans cette même région, le quartz abonde en cristaux hyalins et très limpides, non plus dans des filons, mais dans les fentes des schistes cristallins; il y est associé à l'axinite, à l'épidote. Ces cristaux sont généralement de taille plus petite que dans les filons proprement dits, leur cristallisation est contemporaine de celle des autres minéraux qu'ils enveloppent ou supportent.

Parmi les gisements dans lesquels le quartz accompagne l'axinite, je citerai vis-à-vis le village d'Auris, sur la rive gauche de la Romanche, la rampe des Commères où j'ai recueilli des cristaux intéressants.

C'est surtout associés à ces mêmes minéraux que les cristaux de

quartz se rencontrent au Sud de la Romanche, entre cette rivière et le Vénéon, dans les montagnes du Mont-de-Lans et de Saint-Christophe en Oisans.

On les trouve aussi dans les fentes des granulites de tous les gisements (Les Puits, Combe de la Selle, etc.), qui sont décrits à l'étude de l'albite, de l'anatase, de la brookite, de la turnérite, etc. Des filons de quartz ont été exploités au trou de la Faille, au pied du glacier de la Selle (2.800 m. d'altitude).

Dans cette région, le quartz est presque toujours hyalin ou chloriteux, quelquefois jauni par des imprégnations ferrugineuses, très rarement enfumé ou améthyste ; les cristaux de ces dernières variétés que j'ai vus étaient petits et mauvais [1].

Les auteurs qui, jusqu'à ce jour, ont décrit les cristaux de quartz de

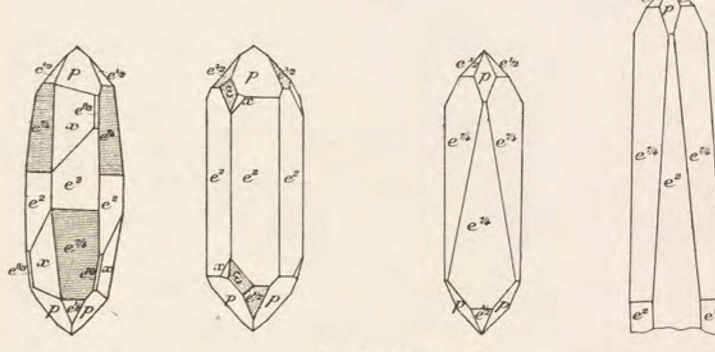


Fig. 49 à 52.
Formes fréquentes du quartz hyalin de l'Oisans.

la région qui nous occupe n'ont jamais, à quelques rares exceptions près indiquées plus loin, précisé le gisement exact des matériaux étudiés, qui sont vaguement indiqués comme provenant du Dauphiné, de l'Oisans ou même de l'Isère [1]; les renseignements fournis par eux peuvent donc aussi bien s'appliquer aux cristaux de La Gardette, des Chalanches ou des Hautes-Alpes qu'à ceux que je décris ici.

1. Dans la description de la collection Heuland, Lévy a figuré plusieurs cristaux de quartz qu'il indique comme provenant de Meillans (*Isère*) ; d'après sa description, un petit nombre d'entre eux viennent des géodes des septarias de Meylan ; pour les autres, l'indication de gisement est inexacte et ces échantillons associés à l'épidote, à la chlorite, viennent certainement de l'Oisans.

Les cristaux de l'Oisans sont en moyenne pauvres en formes intéressantes. L'hémiscalénoèdre x est généralement seul; u $(31\bar{4}1)$ si fréquent dans le quartz du massif du Mont-Blanc constitue ici au contraire une rareté.

Les rhomboèdres directs brillants $e^{8/3}$ $(11.0.\overline{11}.2)$ et $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, les rhomboèdres inverses striés $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ et $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$ sont fréquents. Ce dernier rhomboèdre devient parfois prédominant, les cristaux ont alors la forme aciculaire bien connue (fig. 52). Les figures 45 à 52 représentent les combinaisons les plus habituelles d'après G. Rose (*Abhandl. Akad. Berlin.* 236.1844). Ce savant a observé en outre ε $(12\bar{3}1)$ à faces mates dans des cristaux accompagnant de l'épidote (fig. 50).

Les faces p et $e^{1/2}$ sont souvent identiques comme aspect; quel-



Fig. 53.
Quartz de l'Oisans.

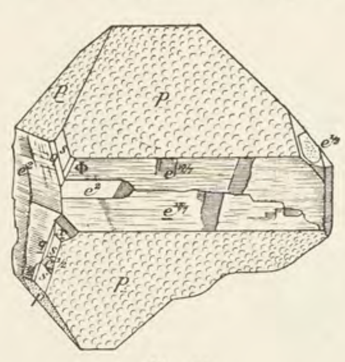


Fig. 54.
Quartz de l'Oisans.



Fig. 55.
Quartz enfumé de Maronne.

quefois les faces p sont verruqueuses, alors que les faces $e^{1/2}$ sont unies, mais peu brillantes. G. Rose a fait remarquer que les faces p ont parfois un reflet rougeâtre, tandis que sur les faces $e^{1/2}$, le reflet est verdâtre.

Dans son mémoire sur le quartz, Des Cloizeaux a donné les trois figures suivantes représentant des cristaux de quartz du Dauphiné.

La fig. 53 reproduit un cristal montrant le rhomboèdre inverse $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ et $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ et les deux plagièdres π $(35\bar{8}3)$ et λ_1 $(15.21.\overline{10}\bar{2}.15)$ de la zone $p\,s\,e^2$.

Le cristal représenté par la fig. 54 est un quartz chlorité, aplati suivant une face e^2 et offrant la macle à axes parallèles du type a; deux faces p se trouvent en effet à l'extrémité d'une même face e^2; ce

cristal présente le plagièdre q $(3.8.\bar{1}\bar{1}.3)$ de la zone $p\,s\,e^2$ et la forme probable Φ $(10.2.\bar{1}\bar{2}.3)$, avec en outre le rhomboèdre direct $e^{17/7}$ $(80\bar{8}1)$.

Quant à la fig. 55, elle représente un cristal enfumé de Maronne offrant une série de faces en escaliers, constituées par $e^{1/2}$ et $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$.

Des Cloizeaux a, en outre, cité un certain nombre de formes rares sur des cristaux de quartz du Dauphiné, mais sans indiquer les combinaisons dont elles font partie. J'ai pu retrouver les indications suivantes dans sa collection. La localité précise de ces cristaux n'est pas fixée, mais d'après leur gangue je puis assurer qu'ils ne viennent pas de La Gardette (pour ceux-ci, voir page 95).

De très petits cristaux implantés sur une amphibolite présentent en outre des formes s, u, x, une petite facette w $(3.7.\bar{1}\bar{0}.3)$ de la zone $p\,s\,e^2$. Dans un autre cristal du même échantillon on rencontre : s, u, y $(41\bar{5}1)$, x et ε $(12\bar{3}1)$, avec en outre $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$ et $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$; un troisième cristal offre $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, avec s, u et x.

La forme $\nu_2(17.1.\bar{1}\bar{8}.1)$ a été trouvée sur un angle de la combinaison p, $e^{1/2}$, $e^{7/4}$, s, x, sur un autre cristal qui présentait en outre une petite facette π $(35\bar{8}3)$ et les rhomboèdres $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ et $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$, et enfin sur un cristal ne présentant en outre que le rhomboèdre $e^{7/4}$ associé aux formes habituelles.

ν_3 $(23.1.\bar{2}\bar{4}.1)$ ne constituant également que de très petites facettes entre x et e^2 se montre sur des cristaux offrant $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ et surtout $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ très développée (type de la fig. 52).

Le plagièdre ε $(12\bar{3}1)$ a été observé sur des cristaux chlorités, offrant en outre le rhomboèdre strié $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$.

Un cristal bipyramidé et recouvert d'oxyde de fer présentait à l'une de ses extrémités une large face p et à l'autre un pointement normal avec, dans la zone p $e^{1/2}$, une petite face β $(27\bar{9}9)$, une large face H_1 $(41\bar{5}5)$ ondulée et de très petites facettes brillantes, imparfaitement déterminées, mais paraissant voisines de ξ $(11\bar{2}2)$ (type de la fig. 65).

Sur des cristaux chlorités accompagnant la crichtonite ont été trouvées une face β $(27\bar{9}9)$ et une face γ_1 $(12\bar{3}3)$ arrondies.

La forme ς $(99.7.\bar{1}\bar{0}\bar{6}.11))$ constitue une très petite facette dans la zone $x\,e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}\bar{6}.1)$ sur un cristal qui ne présente en outre de ces trois formes que les faces habituelles.

Un autre cristal offre $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{4}\bar{5}.16)$ et une petite face Σ_1 $(61.3.\bar{6}\bar{4}.4)$ dans la zone $x\,e^{31/15}$.

Enfin un dernier cristal présente e^5 (20$\bar{2}$1), $e^{7/2}$ (30$\bar{3}$1), avec la forme rare n_1 (1.21.$\overline{22}$.1) et x.

Des groupements à angles rentrants abondent dans de beaux cristaux que j'ai recueillis à la Rampe des Commères. Ils tapissaient une vaste géode riche en axinite et en épidote. Au lieu d'être implantés comme d'ordinaire, normalement ou obliquement sur leur gangue, ils sont enchevêtrés les uns dans les autres, et souvent bipyramidés. Atteignant jusqu'à 7 centimètres, ils englobent et supportent de nombreux cristaux d'épidote. Les angles rentrants sont visibles sur les faces s et x et sont limités par ces faces et par p ou $e^{1/2}$. Les individus du groupement sont soit de même signe, soit de signe différent.

Très fréquemment les faces p (10$\bar{1}$1) prédominent sur $e^{1/2}$. Des rhomboèdres inverses sont ternes, striés et paraissent en moyenne être au moins aussi obtus que $e^{3/4}$ (07$\bar{7}$5) : j'ai observé les rhomboèdres brillants suivants : $e^{31/15}$ (45.0.$\overline{45}$.16), $e^{5/2}$ (70$\bar{7}$1), e^3 (40$\bar{4}$1), $e^{13/2}$ (50$\bar{5}$3) ; s est fréquent. Les plagièdres sont nombreux, x est presque constant, parfois associé à u (31$\bar{4}$1) : j'ai rencontré sur plusieurs cristaux μ (13$\bar{4}$1), ρ (15$\bar{6}$1), λ (5.33.$\overline{38}$.5) seuls ou associés, formant des faces petites, mais brillantes. Il existe aussi une face probablement nouvelle entre μ et μ_2 : son angle avec p (128°) ne se mesure pas avec une précision suffisante pour qu'on puisse la préciser.

Les cristaux de Clavans ne m'ont présenté aucune particularité remarquable ; ils sont limpides, parfois légèrement teintés en jaune clair ; les faces s et x ne sont pas rares. De même qu'à la Gardette, une forme p prend souvent un développement exagéré (fig. 62), s est quelquefois très large. Les cristaux atteignent parfois 8 cm suivant l'axe vertical et ont en moyenne de 4 à 5 cm.

Je noterai en terminant que M. Gonnard a récemment signalé les rhomboèdres $e^{31/11}$ (14.0.$\overline{14}$.3) et $e^{8/3}$ (11.0.$\overline{11}$.2) sur de petits cristaux accompagnant l'anatase et la crichtonite de Vaujany (?) (Z. *K.* XXXIV. 279.1901).

G. Rose a fait remarquer que les cristaux du Dauphiné ont le plus souvent une apparence simple et que les macles par rotation autour de l'axe vertical et par interpénétration ne se manifestent pas par des angles rentrants, mais seulement par la différence d'éclat des faces p et $e^{1/2}$ placées sur le même plan, les individus maclés étant généralement de même rotation. L'examen optique fait par Des Cloizeaux et que j'ai moi-même poursuivi sur un grand nombre de cristaux du

Dauphiné fait voir que cette simplicité de structure n'est qu'apparente. Les sections taillées perpendiculairement à l'axe vertical montrent que, si d'ordinaire il y a un individu dominant, celui-ci englobe presque toujours sous forme de taches ou facules irrégulières des individus de rotation contraire ou est entouré par eux.

Il en est de même pour l'observation concernant la rareté des macles par pénétration incomplète. Dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés, j'ai trouvé fréquemment de semblables groupements qui présentent tous les stades depuis le simple accolement de deux individus dont les faces p et $e^{1/2}$ sont sur le même plan (fig. 6 et fig. 4), jusqu'à la pénétration complète donnant un édifice à apparence simple.

Enfin j'ai observé une macle suivant la loi de la Gardette, provenant du pied du pic de l'Étendard.

De jolis cristaux de quartz hyalin ont été trouvés avec barytine et ripidolite dans les fentes des roches houillères de Peychagnard près La Mure.

Hautes-Alpes. De très nombreux gisements de quartz hyalin se trouvent aux environs de la Grave, sur les deux rives de la Romanche ; j'ai examiné plusieurs centaines de cristaux de cette région.

Le principal gisement dont l'exploitation, aujourd'hui interrompue, remonte au commencement du siècle dernier se trouve sur la rive droite de la Romanche, à 2 km. en aval de la Grave, vis-à-vis le village des Fréaux et à gauche (en la regardant de la route nationale) de la cascade de la Pucelle. Ce gisement exploité par galeries a fourni, dit-on, des cristaux ayant 1 m. de longueur sur 0 m. 4 de diamètre ; la dernière exploitation n'a donné que des cristaux mesurant 0 m. 3 au plus. Ils sont quelquefois associés à des mouches de pyrite, de chalcopyrite, de galène. C'est à une centaine de mètres au-dessus de ce filon que se trouve un gisement d'anatase, dans les fentes de chloritoschistes que tapissent aussi de jolis cristaux limpides de quartz hyalin et de calcite.

Un gisement à signaler est celui du Clot de la Bordanche, près le plateau de Paris (La Grave).

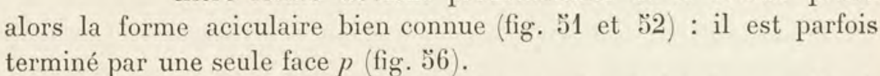
De beaux cristaux ont été rencontrés dans des filonnets situés sur les contreforts du Goléon, à 2 ou 3 km. au Sud du glacier Lombard et notamment sur les deux rives du torrent du Goléon ; ils sont souvent associés à des cristaux d'albite, parfois à des sphénoèdres de chalcopyrite (surtout sur la rive droite du torrent, vis-à-vis du refuge

du Club Alpin). Les cristaux de la rive gauche sont fréquemment aplatis suivant e^2 et très allongés suivant une arête $p\,e^2$. Ils ont alors l'aspect de la figure 67, mais avec arête horizontale p e^2 continue. Dans une même géode, tous les cristaux ont parfois cette disposition. Dans quelques échantillons, j'ai vu des veinules, constituées par des cristaux, ainsi construits, adhérents aux deux parois de la fente; il en résulte des agrégats grossièrement fibreux dont les fibres sont allongées suivant une perpendiculaire à l'axe vertical. Ces cristaux sont du reste souvent mélangés à d'autres ayant une orientation quelconque. Dans les cristaux de ce gisement offrant une allure normale, on trouve très fréquemment des macles par accolement (type *b*).

De nombreux gisements se trouvent au Sud de la Romanche, dans la partie septentrionale du massif du Pelvoux; les plus riches sont les suivants : dans le massif du mont de Lans (au N.-E. du gisement de la Combe de la Selle indiqué plus haut), la Roche Mantel, le glacier du Mousset entre la Pointe de Muretouse et Girose, Girose, le lac Noir, Malprésure; dans le massif des Peyrou d'aval et d'amont, à 100 mètres du refuge Chancel près le lac du Puy Vachier (quartz chlorité); dans le massif de la Meije, à l'Enfetchore de droite du glacier; dans le massif de l'Homme, dans les contreforts du Pic de l'Homme, etc.



Fig. 56. Quartz hyalin de Girose et de la Gardette.

De tous les cristaux de ces divers gisements que j'ai eu la possibilité d'étudier, ceux de Girose sont de beaucoup les plus intéressants; ils m'ont été communiqués par M. Denis et par M. Laurent. Ils sont souvent normalement développés, quelquefois un peu chlorités, très limpides; *s* prend fréquemment une très grande extension, $e^{8/3}$ $(11.0.\overline{11}.2)$ et x l'accompagnent presque toujours; les rhomboèdres inverses les plus habituels sont $e^{11/6}$ $(0.17.\overline{17}.\overline{1})$ et $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$. Souvent cette dernière forme devient prédominante et le cristal prend

alors la forme aciculaire bien connue (fig. 51 et 52) : il est parfois terminé par une seule face p (fig. 56).

Un beau cristal venant de l'Enfetchore présente les faces p dominantes avec les rhomboèdres $e^{7/2}$ $(30\overline{3}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\overline{14}.3)$ brillants,

avec $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, terne, venu par macle sur le prolongement de son inverse $e^{7/2}$: il existe en outre s, u $(31\bar{4}1)$, x, avec en outre w $(3.7.\bar{10},3)$. J'ai rencontré aussi un plagièdre inférieur à w, ne donnant pas des mesures suffisantes pour qu'il soit possible de le préciser; il est intermédiaire entre μ et μ_2, son angle avec p est d'environ 129°.

Dans un autre cristal, j'ai observé entre s et e^2 (zone $p\, s\, e^2$) une large face très striée parallèlement à l'arête $s\, e^2$ et présentant à l'œil nu l'apparence d'une forme bien définie; sous le goniomètre, on observe une série ininterrompue d'images se prolongeant sur environ 10° entre s ($p\, s$ = 151°6) et π $(3\bar{5}83)$ [$p\, \pi$ = 141°31], sans qu'il soit possible d'en préciser aucune.

J'ai acheté récemment pour la collection du Muséum une magnifique macle suivant la loi de la Gardette qui m'a été indiquée comme provenant du Clot de la Bordanche : le plus grand individu mesure 8 cm suivant l'axe vertical. Il est implanté sur quelques cristaux de quartz offrant des formes banales : cet échantillon est tout à fait identique à ceux de la Gardette.

Corse. — La collection du Muséum possède de très beaux cristaux de quartz hyalin, partiellement chloriteux, très allongés suivant l'axe vertical et indiqués comme provenant de Laporta près Bonifacio. Je n'ai pu recueillir aucun renseignement sur le gisement dont proviennent ces cristaux qui atteignent 25 cm suivant l'arête verticale.

Des cristaux d'améthyste dont le poids atteint 1 kg. ont été signalés par M. Hollande (*Ann. sc. géol.* IX. 49. 1877), au voisinage du gabbro (verde di Corsica) de l'Alezani et du Monte Grosso près Calvi.

Algérie. — *Constantine*. Les schistes cristallins de Bône sont traversés par des filonnets de quartz, parmi lesquels se trouvent parfois de jolis cristaux de quartz hyalin (1 à 2 km. au N.-O. de la ville avant le Fort génois), il est possible qu'ils soient à rapporter aux filons pegmatiques de la même région qui sont riches en cristaux de quartz enfumé : je les ai décrits avec ceux-ci, p. 54.

Madagascar. — La grande île est célèbre depuis le milieu du XVIIIe siècle par les beaux blocs de quartz hyalin et les cristaux nets pesant jusqu'à plusieurs centaines de kilogrammes qu'en rapportent les voyageurs. Flacourt (*Hist. de Madagascar*, 1658, p. 300) donne sur la carte de l'île Sainte-Marie et de la côte voisine des indications montrant que de son temps, ce quartz était recueilli sur le bord des

rivières se jetant en face de l'île Sainte-Marie (rivières Soamianina, Marimbo, Manantsatrana et Maningory). La collection du Muséum possède un gros cristal bipyramidé roulé, jaune, long de 0 m. 50 et large de 0 m. 09 rapporté en 1776 de cette région par Rochon.

Nous ne sommes malheureusement pas bien fixés sur les localités précises où ce minéral se rencontre en place et surtout sur les conditions géologiques de son gisement. Les blocs sont en effet recueillis à l'état roulé dans les rivières. D'après la constitution géologique de la région que celles-ci irriguent, il est probable que ce quartz provient de filons situés au milieu des schistes cristallins et des roches granitiques et probablement aussi dans certains cas, comme je l'ai indiqué page 53 de filons de pegmatite et de filons aurifères. Il y a là un sujet intéressant de recherches que je signale aux minéralogistes et géologues qui auront l'occasion de voyager dans cette région.

Quoi qu'il en soit, le quartz en blocs hyalins se trouve partout au N.-E. et à l'E. de l'île et surtout dans les vallées descendant à la côte depuis Vohémar à Mahanoro et plus au Sud dans celles de la Mahasora et de ses affluents (notamment la Tandranora).

C'est à Vohémar que les bateaux de Nossi-Bé venaient autrefois prendre les chargements de quartz et cela explique pourquoi les échantillons qui se trouvent dans le commerce de l'optique sont généralement indiqués comme provenant de Vohémar. La collection du Muséum possède un cristal provenant de la Montagne des Français près Diego Suarez.

Voici quelques gisements à citer spécialement :

Boina. Mont Vohijavona (avec tourmaline) ; près le fort de Mandritsara.

Imérina : Amboasary (mont Hiaranandriana).

Betsiléo : N.-E. de Fianarantsoa, district d'Ambositra, plateau de Lamboharana entre Ihosy et Ambohimandroso.

Tanalas : Lit du Manandriana, près Ambohimanga Atsimo.

Les gros cristaux sont généralement trop roulés pour que l'on puisse déterminer avec précision les petites facettes qui accompagnent les formes habituelles. J'ai observé sur eux e^2, p, $e^{1/2}$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ s, x, u.

Les clivages e^2,p et $e^{1/2}$ sont souvent très nets. Les inclusions à bulles sont extrêmement abondantes (fig. 23 et 24), parfois visibles à l'œil nu, distribuées en grand nombre suivant des plans parallèles. On

trouve fréquemment des inclusions de longues aiguilles de rutile (surtout dans le quartz légèrement enfumé, voir la figure donnée à l'article *rutile*), d'épidote, des paillettes de ripidolite, des rhomboèdres de sidérite, et, comme on l'a vu page 53, des cristaux de tourmaline, de micas.

La structure intime du quartz de Madagascar est comparable en général à celle des cristaux de l'Oisans; de grands cristaux de la collection du Muséum montrent de nombreuses macles à axes parallèles, constituées d'ordinaire par des individus de même rotation (type *b*).

On observe parfois des surfaces creusées de cavités profondes polyédriques à angles arrondis comme dans les cristaux de Guttanen. Vom Rath a décrit un échantillon de ce genre (*P. A. Jubelband*, 1874. 539) (Vohémar), entièrement limité par des facettes en creux,

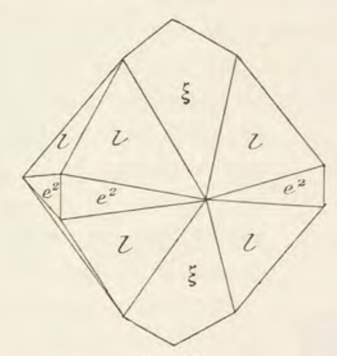


Fig. 57.
Forme théorique des cavités d'un quartz de Madagascar.

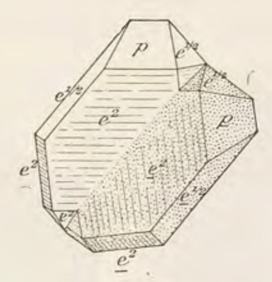


Fig. 58.
Macle de la Gardette (Madagascar).

planes ou courbes et creusées de cavités polyédriques; l'une d'elles renfermait, enveloppés par de l'argile, des fragments offrant les mêmes facettes, mais en relief et présentant un aspect rhombique (pointements à huit faces). A la suite d'une étude comparative faite sur des cristaux du Valais, vom Rath a montré que les facettes planes sont constituées par des faces e^2 et les courbes par des faces ξ ($11\bar{2}2$) et une forme voisine de $d^8 = l$ ($81\bar{9}7$), non signalée dans le quartz. La fig. 57 représente la forme théorique du solide formé par cette combinaison curieuse [$l\,e^2 = 144°56'$, $l\,\xi = 161°6'$ $l\,l = 139°$ 43'.]

Ces gros blocs ou gros cristaux de quartz transparent ne constituent pas la seule forme sous laquelle ce minéral se trouve à Mada-

gascar. Il abonde en cristaux de toutes les tailles. Les plus intéressants viennent du pays des Baras du mont Vohitseranana ; l'un d'eux renferme une cavité renfermant plusieurs centimètres cubes d'un liquide mobile. A la Source de la reine (Ambohimalaza), se trouvent de jolis cristaux rappelant ceux de Viesch (p, $e^{1/2}$, $e^{7/2}$,$e^{5/4}$, etc.).

La collection du Muséum possède aussi des cristaux allongés suivant l'axe vertical, très limpides et provenant d'Ambohimanambola (prov. de Bétafo) ; ils présentent les formes habituelles, avec quelquefois $e^{3/2}$, $e^{11/7}$, $e^{7/4}$, $e^{8/3}$, s et x.

M. Penfield a décrit une macle suivant la loi de la Gardette achetée à Londres comme provenant de Madagascar (*Am. J.* XXXVI. 324. 1888) sans indication plus précise. Elle a 2 cm 5 de plus grande dimension (fig. 58) et offre la plus grande ressemblance d'aspect avec celles qui, depuis quelques années, sont connues au Japon.

L'améthyste est également très fréquente à Madagascar ; elle constitue des cristaux de quelques centimètres, parfois d'un beau violet, rappelant la couleur de l'améthyste de l'Oural. Les cristaux que j'ai vus ne sont pas généralement très limpides, mais riches en cavités et en grosses bulles qui se déplacent quand on les fait mouvoir.

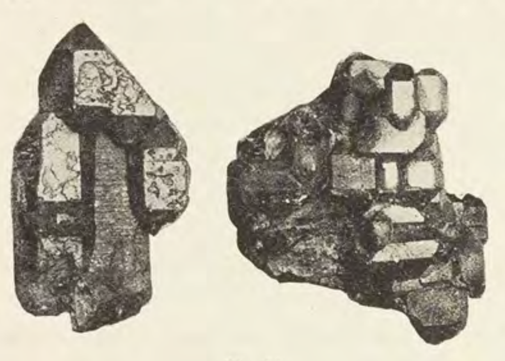


Fig. 59.
Cristaux d'améthyste groupés autour d'un cristal de quartz incolore. Madagascar. (*Photographie un peu réduite.*)

On trouve aussi de curieux groupements à axes parallèles de cristaux d'améthyste qui se réunissent autour d'un cristal incolore (fig. 59) ou bien sont venus s'implanter à l'extrémité d'un cristal de quartz hyalin. La première variété forme des groupements cristallitiques de grande taille rappelant ceux de la Sibérie, alors que les autres (fig. 60) constituent de petits groupes semblables à ceux de Schemnitz et du Mexique (quartz sceptre). M. A. Grandidier m'a remis de jolis cristaux de ce genre venant du mont Vohiposa (lat. 21°1′, long. 44°47′) dans le Betsiléo. M. G. Grandidier a rapporté récemment un cristal roulé d'améthyste d'un joli violet recueilli près de Mahanara (côte N.-E., à 50 km. S. de Vohémar) et m'a en outre signalé des cristaux

de ce genre qui accompagnent le quartz enfumé à Ambohimalaza (cercle de Tsiafahy) dans l'Imérina. On en a trouvé aussi à Bétafo, Arivonimano, Miarinarivo, etc.

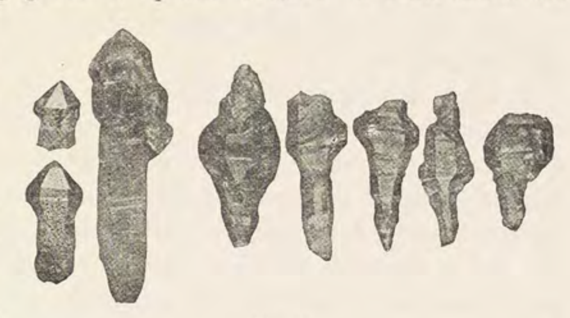


Fig. 60.
Cristaux d'améthyste surmontant des cristaux de quartz hyalin ou embrochés par eux (*quartz sceptre*). Mont Vohiposa (Madagascar. (*Photographie un peu agrandie.*)

Guyane. Je n'ai aucun renseignement précis sur le mode de gisement de deux cristaux de quartz de la collection du Muséum qui sont indiqués comme provenant de la Guyane : ils ont été recueillis sans doute dans un des nombreux filons de quartz qui traversent les gneiss de cette région. L'un est hyalin et présente la combinaison $e^2\ p\ e^{1/2}\ s\ x$ avec une très petite facette v_3 (23.1.$\bar{2}\bar{4}$.1).

L'autre, ayant environ 15 centimètres suivant l'axe vertical et un diamètre presque aussi grand, est enfumé : il ne présente que les formes communes, mais il possède une structure cristallitique très prononcée : ses faces sont creusées en profondes trémies.

b) *Dans les filons métallifères.*

Je considérerai séparément le cas dans lequel le quartz est la gangue principale du filon et celui dans lequel il ne constitue qu'un élément accessoire dans des gangues carbonatées.

α) Filons à gangue exclusivement quartzeuse.

Les filons métallifères à gangue de quartz existent en très grand nombre en France, il ne saurait être question d'en tenter même une énumération; la plupart des gisements cités aux articles *galène*, *blende*, *pyrite*, *chalcopyrite*, *panabase*, etc., renferment en quantité plus ou moins grande des cristaux de quartz, parfois limpides et de belle taille. Je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant des cristaux remarquables par leur beauté, leur limpidité ou par quelque particularité spéciale. J'y joindrai en outre les gisements ayant fourni

des pseudomorphoses en quartz de *fluorine*, de *calcite*, de *barytine*, etc. qui sont étudiés avec plus de détail dans la description de ces diverses espèces.

Je ferai remarquer, pour n'y plus revenir, qu'un nombre considérable de filons concrétionnés (et notamment de galène), renferment des moules en creux de cubes ou d'octaèdres ou parfois des lames minces groupées en grand nombre d'une façon irrégulière ou en gerbes (quartz haché); les premiers limitent la place occupée originellement par des cristaux de fluorine, plus rarement de galène, alors que les autres sont constitués par des lames de quartz développées dans les intervalles de cristaux ou de lames crêtées de barytine. Ce ne sont pas des pseudomorphoses, mais des enveloppes de cristaux disparus. Il est peu de gisements cités à la galène et à la fluorine qui ne présentent de semblables échantillons.

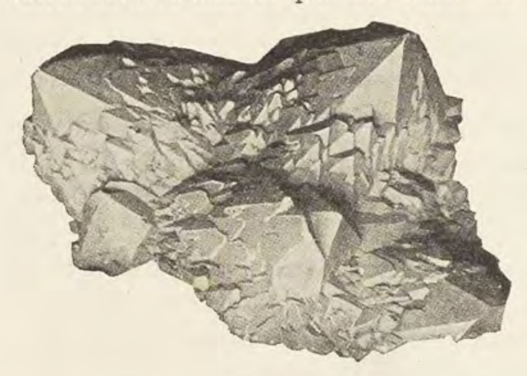


Fig. 61.
Quartz à structure polysynthétique des mines de Huelgoat.
(Photographie un peu réduite.)

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La blende des mines de Chatelaudren a pour gangue non seulement du quartz cristallisé, mais encore de la calcédoine concrétionnée.

Finistère. Le quartz cristallisé est très abondant dans les filons de Huelgoat et de Poullaouen. Tous les échantillons que j'ai vus sont constitués par des géodes tapissées par des pointements $p\ e^{1/2}$ atteignant plusieurs centimètres de diamètre. Ils sont parfois hyalins et saupoudrés de petits cristaux de pyrite et de marcasite. A Huelgoat, on a trouvé de très gros pointements formés par le groupement à axes parallèles d'un nombre considérable d'individus qui sont très visibles à la périphérie du cristal dont le pointement paraît homogène (fig. 61).

On verra plus loin la description de rhomboèdres de calcite transformés en quartz et provenant de ce gisement.

Morbihan. Les filons de cassitérite de la Villeder ont fourni quelques très beaux cristaux de quartz transparent, les uns absolu-

ment hyalins, les autres d'un noir intense, enfin, plus rarement, il s'en est trouvé d'enfumés avec une teinte rougeâtre. Ces derniers atteignent 5 à 6 centimètres de plus grande dimension, ils sont souvent très allongés suivant une arête oblique $p\,e^2$ (fig. 67); les cristaux incolores sont parfois très déformés, extrêmement aplatis, presque lamellaires suivant une face e^2 et alors allongés suivant une arête horizontale $p\,e^2$. Dans ces cristaux une face p est souvent développée d'une façon exagérée à l'une des extrémités. De beaux cristaux enfumé supportent quelquefois les cristaux de cassitérite.

Le quartz compact qui sert de gangue à la cassitérite a un éclat très gras; le choc y développe une odeur fétide caractéristique. L'examen microscopique fait voir qu'il est riche en inclusions liquides à bulle mobile ; il englobe la cassitérite, le béryl, le mispickel, etc.

Cévennes. — *Gard.* Les filons de galène du Rouveguère à Mercoirol ont fourni autrefois non seulement de beaux cristaux de galène, mais encore des cristaux très nets de quartz renfermant très fréquemment de grosses inclusions liquides (avec bulle mobile), ayant quelques millimètres de diamètre (quartz aérohydre).

Haute-Loire. Les filons barytiques des environs de Brioude renferment fréquemment des cristaux de quartz, parmi lesquels se trouve parfois de l'améthyste (Ourouze, etc.). De belles pseudomorphoses en quartz d'octaèdres de fluorine se trouvent dans le filon de fluorine et de barytine de Barlet près Langeac, à la Tourette, etc.

Ardèche. Des cristaux cubiques p (100) et b^1 (110) de fluorine entièrement transformés en quartz se rencontrent dans des filons de quartz coupés par la route d'Aubenas à Lazuel (Gonnard. *B. S. M.* XV. 34. 1892); ils atteignent parfois 4 cm. suivant une arête cubique, ils sont alors creux et tapissés par des cristaux de quartz.

Puy-de-Dôme. Des cristaux analogues ont été observés par M. Gonnard sur la fluorine de la Roche Cornet, de Villevieille et de la Vernède, sur le Sioulet près de Pontgibaud (*C. R.* CVI. 558. 1888) ; des octaèdres de fluorine transformés en quartz se trouvent à Sauviat près Courpières, etc. (voir aussi page 76).

Haute-Vienne. Des cristaux de babel quartz ont été indiqués par Des Cloizeaux dans des filons de quartz et de fluorine des environs de Saint-Yrieix. La collection du Muséum possède des cristaux de calcite transformés en quartz provenant de cette même localité.

Rhône, Saône-et-Loire. Le quartz des filons concrétionnés de galène de ces départements ne présente pas, à ma connaissance, de particularités intéressantes ; mais le quartz haché (Chenelette, Monsols, Longefay (*Rhône*), les moules en creux de cubes ou d'octaèdres de fluorine y sont particulièrement abondants.

Je dois au frère Anthelme un très bel échantillon de fluorine cubique

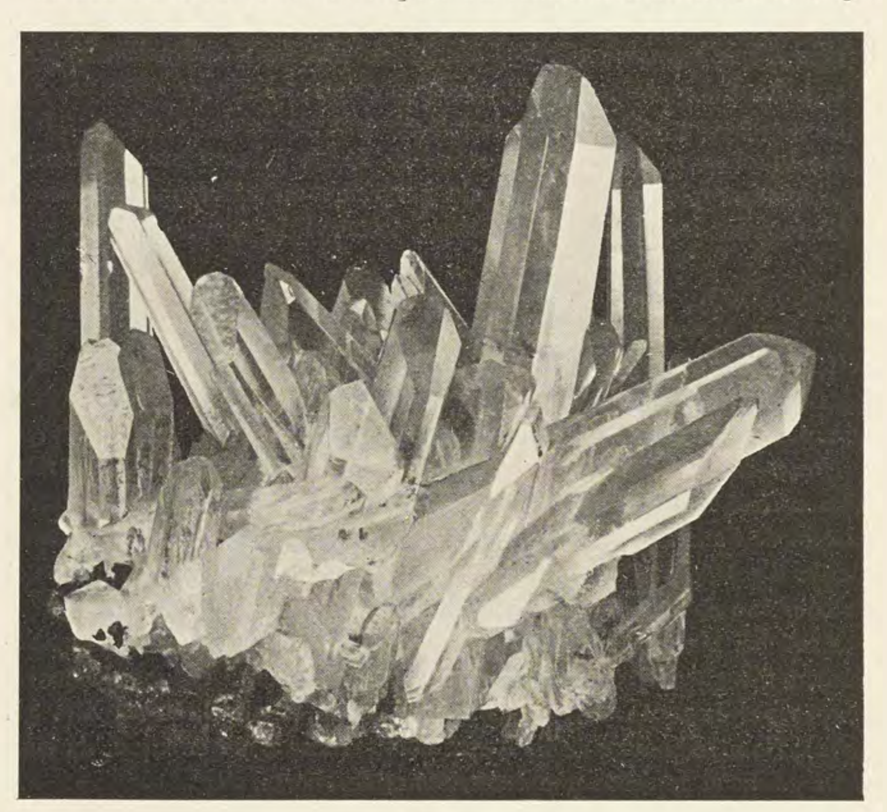


Fig. 62.
Groupe de cristaux de quartz hyalin de la Gardette : plusieurs cristaux montrent la prédominance d'une des faces *p*.

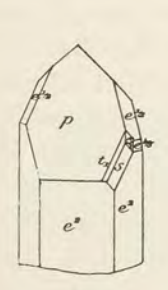
transformée en quartz, provenant d'un filon situé entre Saint-Laurent-de-Chamousset et Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône).

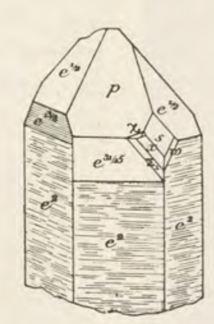
Vosges. — *Vosges*. La collection du Muséum possède un gros échantillon de quartz des filons de galène de la Croix-aux-Mines ; il est constitué par des pointements birhomboèdriques (de 3 cm. de diamètre) blancs, encapuchonnés par du quartz jaune ; il existe un espace

vide discontinu entre les cristaux et leur croûte superficielle. Une partie de celle-ci a été brisée (naturellement ou artificiellement), de telle sorte que, par places, elle ne constitue plus que de petits îlots irréguliers, supportés par de grêles pédoncules.

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* — *Haute-Savoie.* Les mines de plomb et de cuivre des environs de Servoz (T. II. 706), ont fourni autrefois de beaux cristaux de quartz hyalin dont je n'ai pas eu d'échantillons entre les mains.

Savoie. La mine de galène de Pesey en Tarentaise (t. II. 492) était riche en très beaux cristaux de quartz hyalin, quelquefois imprégné d'hématite, d'asbeste, etc., et associés à de la dolomite, de l'albite, de





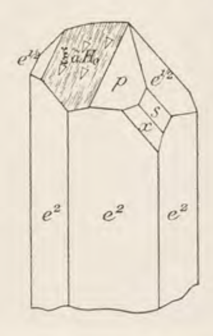


Fig. 63 à 65.
Quartz hyalin de la Gardette.

la barytine, etc. Les cristaux que j'ai examinés sont très limpides, mais pauvres en faces; en outre des formes habituelles, quelques-uns d'entre eux seulement présentent les formes s et x.

M. Druetti m'a signalé l'existence au Musée du Valentino, à Turin, d'une macle suivant ξ (11$\bar{2}$2) provenant de ce gisement ; elle est associée à de la dolomite, de la pyrite et de la galène.

Isère. De tous les gisements français de quartz, le plus célèbre, peut-être, est celui de la mine d'or de la Gardette (t. II, p. 422) en Villard-Eymond, près le Bourg d'Oisans. Ce filon quartzeux ayant environ 0 cm 9 de puissance présente des renflements creusés de grandes géodes, d'où ont été extraits les magnifiques groupes de cristaux qui se trouvent dans toutes les collections sous le nom de quartz du Dauphiné, de l'Isère, de l'Oisans, d'Allemont (la fonderie où se traitait le minerai de la Gardette était dans cette dernière localité), ou du Bourg d'Oisans.

Au sortir de la mine, les cristaux de quartz ne sont pas toujours

incolores, comme ceux que l'on voit dans les collections; ceux-ci ont généralement subi un traitement à l'acide chlorhydrique, destiné à les débarrasser d'un enduit ocreux jaune qui est parfois accompagné de magnifiques irisations.

Les cristaux de la Gardette sont allongés suivant l'axe vertical; leur plus grande dimension dépasse souvent 10 cm.; ils forment de fort beaux groupes; l'un d'eux est représenté par la fig. 62. Ces cristaux sont généralement pauvres en faces intéressantes; une face p du pointement est souvent tellement développée que les autres faces disparaissent presque complètement (fig. 62) (quartz basoïque d'Haüy); s et x sont fréquentes et quelquefois la première de ces formes est très largement développée. Il existe souvent des rhomboèdres aigus, striés, M. Gonnard a récemment signalé $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, $e^{31/15}$ $(45.0.\overline{45}.16)$; $e^{8/3}$ n'est pas rare.

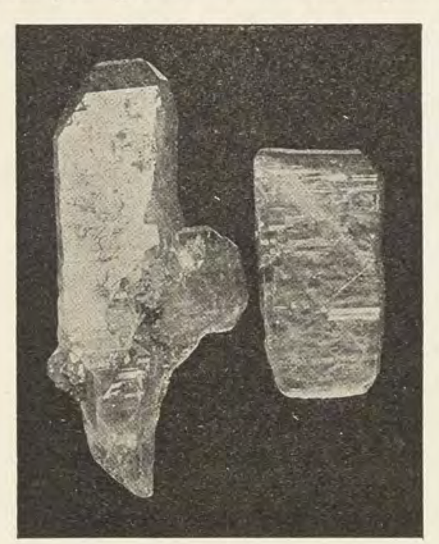


Fig. 66.
Quartz hyalin de la Gardette aplati suivant e^2.
(*Photographie un peu réduite.*)

J'ai passé en revue à diverses reprises chez le guide Albertazzo un grand nombre de cristaux de quartz de la Gardette sans y trouver d'autres formes intéressantes que de très petites facettes, souvent courbes, ρ_2 $(17.1.\overline{18}.1)$; un de ces cristaux (fig. 64) présente cependant entre p et $e^{1/2}$ une large surface ondulée, creusée de cavités triangulaires; elle donne des réflexions presque ininterrompues entre H_0 et ξ, avec plus de netteté au voisinage de H_1 (p H_1, obs. 171°28′) et H_3 (p H_3 : 166° environ). Ce sont là, sans aucun doute, des faces de corrosion naturelles.

Le rhomboèdre $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$ domine quelquefois (fig. 51), surmonté par une seule face p (fig. 56).

Les fig. 63 et 64 représentent d'après Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*) deux cristaux plus compliqués qui offrent les formes $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$, $e^{31/15}$ $(45.0.\overline{45}.16)$ et les faces intéressantes Σ_1 $(61.3.\overline{64}.4)$, w $(3.7.\overline{10}\cdot3]$, χ_1 $(21.1.\overline{22}.27)$ et t_2.

Des cristaux curieusement mal formés se rencontrent assez souvent dans ce même filon de la Gardette : les fig. 73 à 75 représentent quelques-uns des plus remarquables que j'ai eu l'occasion d'étudier.

Il n'est pas rare d'y trouver aussi des cristaux de quartz, aplatis suivant une face e^2 et enfilés en grand nombre suivant une arête p e^2 (fig. 67), ou d'autres allongés suivant l'axe vertical (fig. 66) ou suivant une arête oblique p e^2 (fig. 68).

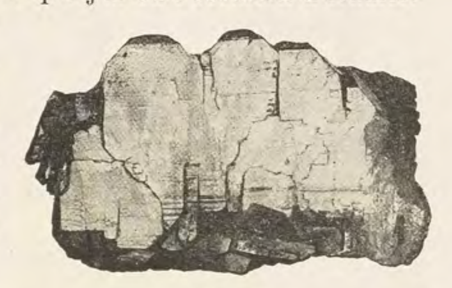


Fig. 67.
Quartz hyalin de la Gardette aplati suivant e^2 : les cristaux sont groupés en grand nombre et produisent quand le groupement est fermé un allongement suivant une arête horizontale p e^2. (*Photographie réduite au tiers environ.*)

Le principal intérêt que présente le quartz de la mine de la Gardette réside dans la macle à axes inclinés suivant ξ (11$\bar{2}$2) que j'ai désignée plus haut sous le nom de *macle de la Gardette* et qui pendant longtemps n'a été connue que dans ce gisement ; elle y est peu commune. Cette macle a été décrite par Weiss (*Abh. K. Akad. Wiss. Berlin*, 1829, p. 77), puis étudiée en grand détail par Des Cloizeaux (*op. cit.* 151), par M. Gonnard (*Ann. soc. agr. Lyon*, VI. 860) et par vom Rath (*P. A.* CLV. 57. 1875).



Fig. 68.
Quartz hyalin de la Gardette allongé suivant une arête oblique p e^2. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux offrant cette macle sont plus ou moins aplatis suivant une face e^2 qui se trouve sur le même plan dans les deux individus constituant le groupement ; ceux-ci ont en général la même épaisseur, les faces de leur sommet libre sont le plus souvent disposées symétriquement, ce sont deux faces p qui sont inclinées en avant sur la face commune d'aplatissement (fig. 69). Cependant dans des cas plus rares, cette symétrie n'existe plus, on observe alors en avant une face p dans un cristal et une face $e^{1/2}$ dans l'autre (fig. 70).

Les individus constituant cette macle sont tantôt de même signe et tantôt de signe contraire.

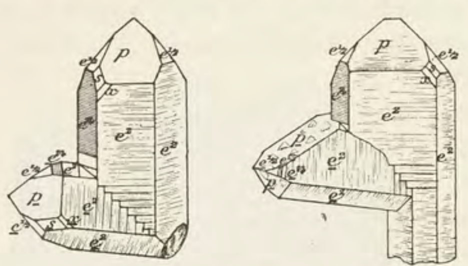


Fig. 69 et 70.
Quartz hyalin de la Gardette (Macle de la Gardette).

Beaucoup des macles de la Gardette sont formées par deux cristaux complets à peu près de même taille dont l'aspect est donné par la fig. 72. La collection du Muséum possède une macle de ce genre dont chaque cristal composant mesure 15 cm. suivant l'axe vertical, sur 8 à 11 cm. de largeur dans la face d'aplatissement et 3 cm. 5 d'épaisseur; ces cristaux présentent les faces striées du rhomboèdre $e^{7/5}$.

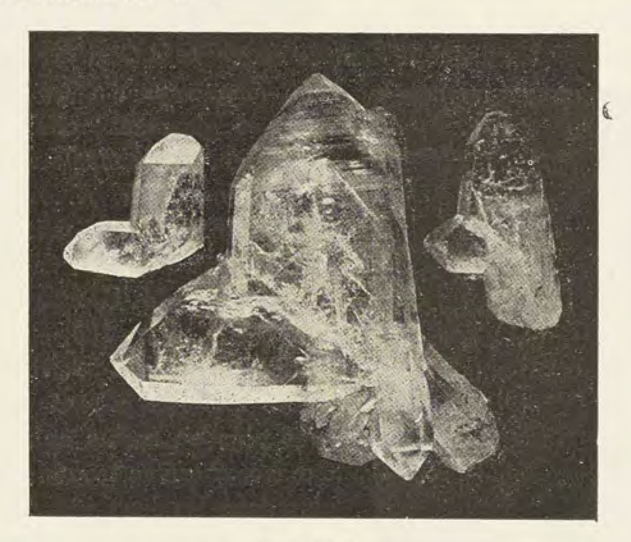


Fig. 71 à 73.
Quartz hyalin (Macle de la Gardette) du filon de la Gardette (fig. 72, *photographie réduite de moitié environ*) et des mines d'Allevard (fig. 70 et 72).

Dans quelques cas (fig. 70 et 73), il existe un grand cristal sur lequel s'implante le second individu de plus petite taille et souvent moins épais que lui.

La figure 77 représente quelques groupements accidentels, les fig. 20, 21 et 25 des particularités de structure fréquentes dans le quartz de la Gardette.

Congo. Le gisement cuprifère de Mindouli qui est si riche en dioptase, renferme d'assez jolis cristaux de quartz hyalin ou enfumé, souvent implantés sur la dioptase ; celle-ci disparaît parfois en laissant dans le quartz l'empreinte en creux de ses pointements rhomboédriques.

Madagascar. Des parties limpides se trouvent dans les filons de quartz aurifère de la région de Mevatanana.

β) Dans les filons métallifères à gangue de carbonates ou d'oxydes.

Plateau Central. — *Tarn*. Les mines de Peyrebrune renferment en assez grande abondance des cristaux de quartz qui ne méritent d'être cités qu'à cause de leur fréquente implantation sur de gros cristaux de fluorine sur lesquels ils laissent des empreintes régulières en escaliers. Les cristaux détachés d'une semblable gangue présentent la forme (fig. 11) du *babelquartz* de Beralston ; la face qui forme la base des pyramides décroissantes est tantôt une face p ou $e^{1/2}$, et tantôt une face e^2.

Vosges. — [*Alsace*.] Le quartz en cristaux nets est abondant dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines. Ceux que j'ai eu l'occasion de voir ne présentaient pas de particularités intéressantes.

Le quartz en cristaux p, avec ou sans $e^{1/2}$, a été, en outre, trouvé dans la mine de Framont en cristaux hyalins laiteux, roses, jaunes ou hématoïdes, surtout associés à la calcite et à l'hématite.



Fig. 74 à 76.
Cristaux de quartz hyalin de la Gardette à développement anormal. (*Photographie grandeur naturelle environ.*)

Des pseudomorphoses de cristaux de calcite ($d^2 p$) en quartz, ont été signalées par Carrière à la Mine jaune.

Alpes. — *Isère*. De beaux cristaux de quartz hyalin, mais avec les formes communes, ont été jadis rencontrés dans les filons argentifères des Chalanches.

Les filons de sidérite de la chaîne de Belledonne et ceux d'Allevard (voir à *sidérite*) renferment du quartz qui constitue parfois de fort remarquables cristaux. Aux environs d'Allevard notamment, la sidérite est parfois recouverte de cristaux d'une limpidité remarquable, atteignant quelques centimètres. Plus rarement, on trouve de gros cristaux transparents renfermant des paillettes d'hématite ou de gœthite.

La plupart des cristaux de quartz d'Allevard n'ont que les faces communes ; j'ai cependant observé sur un bel échantillon, constitué par de gros rhomboèdres d'ankérite recouverts par des cristaux lenticulaires de mésitite, des cristaux de quartz qui tous présentent les particularités suivantes : leur pointement est polysynthétique, bien que les faces du prisme soient normales, les faces p et $e^{1/2}$ sont courbes, par suite de l'existence de triangles sphériques extrêmement surbaissés ; ceux-ci sont formés par une série de faces appartenant à la zone $p\,e^{1/2}$; entre ces deux faces extrêmes se trouvent, sur quelques arêtes, une série de faces généralement très arrondies et sur lesquelles on obtient non pas une image unique, mais une série continue d'images. J'ai cherché dans un cristal meilleur que les autres à déterminer les limites entre lesquelles oscillaient ces faces courbes. Une première série donne avec p des angles oscillant entre 170°30′ et 169° ($p\ H_1$ = 171°15′ et $p\ H_2$ = 168°56′). Une autre forme courbe donne des images indiquant des incidences avec p qui oscillent entre 158° et 152°58′ ($p\ H_6$ = 157°51′ et $p\ \xi_1$ = 153°22′) ; enfin des faces β_1 $(13\bar{4}4)$ et β_6 $(1.15.\overline{16}.16)$ sont nettes. Ces formes sont à rapprocher de celles dont il va être question plus loin dans les cristaux de quartz des terrains sédimentaires.



Fig. 77.
Quartz hyalin de la Gardette, groupements accidentels (*Photographie un peu réduite.*)

C'est au milieu d'une grande quantité de cristaux à formes banales qu'ont été rencontrées par M. Gaubert les deux macles de la Gardette représentées par les fig. 71 et 73. La fig. 71 montre le type symé-

trique, l'autre au contraire, le type dissymétrique beaucoup plus rare. Ces deux macles sont recouvertes de petits rhomboèdres de sidérite.

Le même gisement a fourni des masses miarolitiques formées d'une grande quantité de prismes grêles enchevêtrés de quartz.

De jolis cristaux bipyramidés de quartz hyalin, raccourcis suivant l'axe vertical, ont été rencontrés avec ankérite et chalcopyrite dans les géodes de la sidérite, exploitée autrefois à Vizille et notamment à Saint-Pierre de Mésage.

Enfin les salbandes argileuses du filon de panabase de Prunières renferment des cristaux de quartz, aplatis suivant une face e^2 et groupés en grand nombre le long d'une arête $p\ e^2$, comme dans la figure 67; ces cristaux forment des enchevêtrements à aspect fort curieux.

Algérie. — De gros cristaux de quartz limpide ou blanchâtre, souvent bipyramidés, ont été trouvés dans les géodes des minéraux carbonatés de l'Oued-Allelah près Tenez ; comme à Vizille, ils constituent le dernier minéral formé, implanté sur l'ankérite qui, elle-même recouvre la sidérite.

5° *Dans les sources thermales.*

Bien que les sources thermales ne soient que la continuation des phénomènes qui, aux périodes géologiques antérieures, ont donné naissance aux filons métallifères et quartzeux, les cas de formation actuelle de quartz y sont extrêmement rares. Dans quelques-uns des gisements cités plus loin, on peut même se demander si le quartz décrit comme néogène l'est vraiment ; les sources thermales suivant d'anciens filons quartzeux, il n'est pas toujours facile de démontrer d'une façon irréfutable la formation actuelle du quartz quand celui-ci ne s'est pas produit, comme à Plombières, sur des travaux de maçonnerie.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'existence de quartz de formation actuelle dans les griffons des sources de Mauhourat à Cauterets, a été signalée par M. Beaugey (*C. R.* CX. 300. 1890). Le quartz en question constitue des cristaux de 1 à 2 ^{cm}, d'un blanc laiteux, opaques, à faces ternes. Les sources sourdent au milieu du granite.

Pyrénées-Orientales. Du quartz néogène a été indiqué autrefois par Bouis dans les sources sulfurées d'Olette (72° C).

Aude. Du quartz néogène a été signalé aux griffons des sources de Lamalou (avec barytine et pyrite).

Plateau central. — *Puy-de-Dôme*. Les pépérites de la Limagne renferment assez fréquemment de jolis cristaux de quartz dont la formation est en relation très nette avec celle du bitume, exploité dans quelques gisements et se formant encore actuellement aux eaux du Tambour. Les principales localités à citer sont : le puy de la Poix près Clermont, le puy de Mur, Pont-du-Château, Lussat (voir à *calcédoine*). Dans ces divers gisements, le quartz est hyalin ; ses cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et terminés par p et $e^{1/2}$; p est presque toujours prédominant et existe parfois seul. Ces cristaux sont généralement groupés en rosettes et souvent recouverts par un enduit mince de lussatite d'un blanc bleuâtre qui arrondit leurs angles (voir fig. à *calcédoine*). Des globules de calcédoine enduits de lussatite accompagnent ce quartz, mais se trouvent aussi parfois seuls au milieu du bitume.

Les cristaux de quartz de Pont-du-Château sont quelquefois creux, leur sommet est alors réduit à des rudiments de facettes ; la cavité intérieure est irrégulière, ses parois n'ont pas d'orientation géométrique, ni de faces planes.

Vosges. — *Vosges*. J'ai observé de très petits cristaux de quartz à la surface des concrétions de calcédoine trouvées par Daubrée dans les fentes du ciment romain des thermes de Plombières.

6° *Dans les formations sédimentaires.*

Le quartz abonde dans les roches sédimentaires, il constitue même la partie principale d'un très grand nombre d'entre elles ; ce sont de celles-ci que je m'occuperai tout d'abord pour étudier ensuite les cristaux de quartz de nouvelle formation que l'on observe dans des roches sédimentaires qui ne sont pas essentiellement siliceuses.

a) *Dans les roches clastiques.*

Dans les roches essentiellement siliceuses.

Les roches quartzeuses clastiques sont produites par la désagrégation de toutes les roches renfermant des fragments quartzeux comme élément normal. Incohérentes, elles constituent les *sables* ; agrégées, elles forment les *grès* et les *quartzites*. Les *brèches* et *conglomérats quartzeux* sont constitués non par des fragments de quartz, mais par des blocs anguleux ou arrondis de roches quartzeuses,

Sables. Les sables quartzeux sont d'origine fluviatile, marine ou éolienne[1]; leur composition est très variable suivant la nature des éléments accompagnant le quartz dans les gisements originels aux dépens desquels ils se sont produits. Dans les régions de roches éruptives anciennes ou de schistes cristallins, les minéraux denses (zircon, grenat, magnétite, ilménite, andalousite, rutile, anatase, brookite, etc.) y abondent souvent, parfois accompagnés de minéraux plus rares, tels que l'or ou le platine natif et ses satellites (le corindon, etc.), et des minéraux plus communs tels que les micas, les feldspaths, etc.; ces minéraux, et particulièrement les premiers, se rencontrent parfois à des distances énormes de leur point d'origine. Ces éléments lourds sont nécessairement plus ou moins abondants suivant la vitesse des courants qui les ont entraînés, la distance de leur lieu d'origine, la nature des minéraux qui les accompagnent, etc.

Le quartz, qui seul nous intéresse ici, présente naturellement les propriétés inhérentes à son gisement primitif et ne mérite par suite aucune description spéciale. Je rappellerai cependant les cailloux du Rhin, de Gabian (*Hérault*), de Médoc (*Gironde*), de Brouage et de Royan (*Charente-Inférieure*), d'Ars, de Cayenne, sur lesquels ont disserté les auteurs des siècles passés; ce sont des fragments de quartz hyalin roulés par des rivières, offrant une surface terne, mais un centre très limpide qui les a fait employer dans la joaillerie[2].

Grès. Les grès sont des sables quartzeux agglomérés par un ciment de nature variée, produit par des infiltrations postérieures à leur dépôt. Quand ce ciment est de nature quartzeuse, le minéral qui le constitue se rencontre parfois en cristaux nets dans les fentes de la roche.

C'est par la nature de ce ciment plus que par les éléments accessoires, souvent abondants, qui accompagnent les grains de quartz que l'on peut établir des divisions dans ce groupe de roches clastiques ; voici les principales d'entre elles :

1. M. Harlé m'a communiqué des cailloux polyédriques recueillis par lui dans les landes de Bussac (*Charente-Inférieure*) près de la *Gironde*. Analogues aux *dreikanter* ou *kantergerölle* que l'on rencontre dans le Nord de l'Allemagne et dont la forme est due à l'action répétée des grains de sable s'exerçant sur une cassure naturelle de fragments quartzeux, ces cailloux affectent parfois une forme pseudo-régulière rappelant d'une façon plus ou moins approchée celle de cristaux (rhomboédriques, quadratiques, etc.).

2. Le caillou de Rennes est d'une toute autre nature (voir à *jaspe*).

α) Grès à ciment siliceux. Le ciment est généralement constitué par du quartz, plus rarement par de la calcédonite, de la quartzine ou par de l'opale (voir à *opale*) ; de grandes variétés existent dans sa structure. Dans beaucoup de cas, la silice apportée cristallise autour des grains de quartz clastique en les nourrissant. Quand il se produit du quartz cristallisé, celui-ci s'oriente sur ces derniers, comme le fait la glace cristallisant autour des cristaux de neige des névés. Le quartz néogène ne possède pas toujours les mêmes inclusions que le quartz clastique et souvent reste limpide, alors que celui-ci est trouble. Dans d'autres cas, au contraire, le quartz néogène renferme des pigments colorés. Parfois la cristallisation nouvelle est si complète que l'origine clastique de la roche ne peut plus être décelée, ni à l'œil nu, ni à la loupe; le grès est devenu un *quartzite* tout à fait analogue à ceux de contact des roches éruptives décrits plus haut.

Le grès siliceux et les quartzites ont souvent une cassure conchoïde, lisse et luisante qui leur a fait donner parfois le nom de grès lustrés. Les grès à bilobites, les grès de May (*Calvados*), les grès de Bagnoles (*Orne*), les grès triasiques du Mâconnais, les grès oligocènes de Fontainebleau offrent des exemples des divers types de structure de grès à ciment siliceux. Assez fréquemment les grès et les quartzites possèdent des cassures coniques identiques à celles du silex. On sait qu'elles s'obtiennent en frappant un coup sec sur un bloc homogène de grès avec un marteau à tête ronde. L'ébranlement se propage dans la roche d'une façon symétrique en donnant un cône parfaitement régulier (fig. 78).



Fig. 78.
Cassure conique d'un grès lustré de Fontainebleau.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Les grès siliceux peuvent être riches en micas ou en feldspaths. Le nom d'*arkose* a été donné à des grès très feldspathiques, parfois micacés, formés à proximité des massifs granitiques et gneissiques, notamment sur la bordure du Plateau Central de la France. Ils renferment des éléments anguleux, peu roulés qui leur ont fait autrefois donner le nom de granites régénérés. Ces arkoses sont d'âge très varié, triasiques dans le Morvan, éocènes inférieurs dans le Velay, oligocènes dans la

Limagne, etc. ; elles sont fréquemment imprégnées de barytine, de fluorine, de galène ; le chromocre des Écouchets, près le Creusot (*Saône-et-Loire*) imprègne des arkoses triasiques.

Dans quelques gisements, le feldspath des arkoses est décomposé, kaolinisé ; Cordier appelait *metaxite* cette roche altérée ; du kaolin a pu en être extrait industriellement à Rignan près Angoulême (*Charente*).

Grès à ciment calcaire. Dans les grès à ciment calcaire, la calcite est souvent cryptocristalline et ne forme que de très petites plages moulant quelques grains de quartz ; mais parfois, comme dans quelques gisements des sables de Fontainebleau, elle se présente en grands cristaux à structure pœcilitique, englobant un nombre considérable de grains de quartz et pouvant même prendre des formes géométriques (voir à *calcite*) ; dans d'autres cas, et notamment à Fontainebleau, elle constitue aussi des groupements concrétionnés, à formes bizarres, des nodules dont une figure reproduite à l'article *calcite* donne une idée.

Le ciment carbonaté peut être constitué soit par de la calcite pure soit par de la dolomite (environs de Sulzbach, *Vosges*).

Les grès calcaires, notamment ceux du lutétien inférieur du bassin de Paris, sont parfois riches en glauconie dont les grains néogènes servent de ciment au quartz ou sont englobés par la calcite.

On trouve en outre des grès imprégnés et cimentés par diverses autres substances : de la limonite, de la psilomélane (Orsay, près Paris), de la barytine (Laize-la-Ville, *Calvados*), de la chessylite (Chessy, *Rhône*), de la galène (Saint-Avold, *Lorraine*), de l'asphalte (Seyssel, *Ain*, Reichelbronn, *Alsace*) du gypse (Souf algérien) qui possède la même structure que la calcite de Fontainebleau [1], etc.

Les divers types de grès qui viennent d'être passés en revue renferment parfois des nodules de pyrite, de phosphorite (voir à cette espèce). Ils présentent des colorations variées et irrégulières, dues à des oxydes métalliques, à des matières bitumineuses, etc. Les grès de Bagnoles sont particulièrement à citer à ce point de vue, ils montrent des auréoles rouges, curieuses, autour des nodules de pyrite altérée ; les grès d'Orsay cimentés par places par de la psilomélane cobaltifère

1. Les prétendus grès strontianifères cités souvent dans les marnes vertes oligocènes des environs de Paris sont, comme je l'ai montré déjà, uniquement constitués par de la célestite à structure granulitique (voir à *célestite*).

présentent par altération de celle-ci toutes les teintes entre le noir pur et le jaune.

Les sables quartzeux et les grès renferment fréquemment du quartz en cristaux nets soit dans les fentes, soit dans des poches, c'est ainsi que dans les sables notamment il se forme des nodules généralement creux et hérissés de pointements cristallins, nodules qu'il est facile d'isoler. Ces produits drusiques sont le résultat de la localisation des phénomènes de dissolution et de dépôt aqueux qui donnent naissance au ciment des grès ; leur formation est dans bien des cas très récente et peut être actuelle, elle se produit partout où il existe dans le sédiment ou dans ceux qui le surmontent, de la silice soluble sous forme d'opale. Voici quelques exemples à citer spécialement :

Bassin de Paris. — *Seine. Seine-et-Oise. Oise. Aisne.* Les sables glauconieux et les calcaires du Soissonnais [éocène inférieur (yprésien)] renferment dans la région parisienne et notamment à Cuise-la-Motte des nodules siliceux ovoïdes, généralement creux, parfois remplis en partie de calcite. Ils sont essentiellement constitués par du quartz cristallin, recouvert à l'intérieur des géodes par des mamelons de quartzine.

Les pointements sont seuls distincts, constitués par le rhomboèdre p ; les faces $e^{1/2}$ sont souvent remplacées par des trièdes en escaliers régulièrement orientés sur le cristal central. Quant aux faces p, elles sont souvent recouvertes de lamelles de rotation différente. La constitution optique de ses cristaux et leurs relations avec la quartzine qui les recouvre, a été étudiée par M. Wallerant (voir page 42).

C'est à ce même niveau, dans la forêt de Compiègne, que se trouvent de curieux échantillons de quartz décrits par les anciens minéralogistes sous le nom de *quartz en rose*. Ce sont des groupements concrétionnés, hérissés de pointements cristallins de quartz et rappelant les élégantes cristallisations de gypse d'autres gisements ; ils ne paraissent régis par aucune loi géométrique, tantôt ils constituent une rosace aplatie suivant un plan, tantôt des productions de ce genre s'enchevêtrent pour former des boules à claire-voie.

Vendée. — *Vendée.* Les grès éocènes de Noirmoutiers sont formés par de petits fragments de quartz laiteux empruntés aux micaschistes ; ils sont souvent peu cohérents. Dans d'autres cas, ils sont cimentés par du quartz. Au bois de la Chaise, j'ai recueilli des échantillons dans

lesquels le quartz néogène n'a pas été produit en quantité suffisante pour rendre la roche compacte. Chaque grain de quartz originellement homogène est entouré d'une mince couche de quartz néogène qui l'a transformé en cristal à facettes brillantes, chaque fragment composé d'individus distincts, agrégés sans commune orientation, est recouvert de petites facettes cristallines, orientées sur les divers individus constituant l'échantillon.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai recueilli dans l'argile à silex des environs de Mâcon, des blocs de grès présentant dans leurs fentes des phénomènes intéressants de recristallisation de quartz qui permettent de voir, mieux encore peut-être que dans les roches de Noirmoutiers, comment s'effectue dans les grès l'accroissement des grains de quartz clastique. Les cassures de la roche sont hérissées de petits pointements de quartz transparent qui, au lieu d'être orientés perpendiculairement à la paroi, ont tous une orientation différente et ne constituent qu'un mince placage. En les examinant de près, on peut voir que chacun d'eux coïncide exactement avec un des grains du grès et que celui-ci lui a donné son orientation, les grains étant clairsemés au milieu de l'opale, la cristallisation de chaque cristal n'a pu être gênée par celle de ses voisins, comme dans le cas des fragments quartzeux de Noirmoutiers.

Le quartz se présente aussi dans ce gisement sous la forme de longs cristaux occupant la périphérie de gouttes de calcédoine.

Alpes. — Les grès de Taviglianaz, constituant dans les Alpes un niveau de l'éocène, renferment très fréquemment dans leurs fentes ou dans des poches de beaux cristaux de quartz hyalin. Les localités suivantes sont particulièrement à citer :

Haute-Savoie. Au voisinage des Châlets du Meiry près de la vallée du Reposoir, se rencontrent de très jolis cristaux de quartz bipyramidés, parfaitement hyalins ; il en existe dans les mêmes conditions au sommet de la Tête à l'âne, dans la montagne des Fiz. Aux Floriers, près du col Joli (massif de Hauteluce), ces mêmes grès renferment des fissures ou des poches tapissées de beaux cristaux de quartz hyalin qui y ont été exploités autrefois. Tous ces cristaux n'ont que les formes communes.

Savoie et Hautes-Alpes. Des cristaux de quartz transparents, très limpides, abondent dans les fentes des grès du flysch d'un grand

nombre de localités : col de Goléon, environs de Vallaire (*Savoie*), montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet (cristaux enfumés avec calcite).

Basses-Alpes. C'est dans les mêmes conditions que le quartz hyalin se trouve au col de Valgelaye et surtout dans le massif d'Allos (crête de Sestrières, entre Barcelonnette et Allos) ; dans cette dernière région les cristaux de grande taille sont riches en cavités et ressemblent à ceux de Chéraute décrits plus loin.

β) Dans les calcaires, les marnes et les gypses sédimentaires comme produit accessoire.

Le quartz est extrêmement abondant comme produit de cristallisation secondaire dans les roches sédimentaires autres que celles étudiées dans le paragraphe précédent.

Il est peu de régions sédimentaires dans lesquelles on ne trouve, présentant une importance plus ou moins grande, le quartz soit sous forme d'imprégnation, soit sous celle de géodes tapissées de cristaux limpides et nets offrant toujours des formes simples (p, $e^{1/2}$, avec ou sans e^2). Je ne m'occuperai pas de cette catégorie de quartz qui est tout à fait banale.

Dans quelques formations privilégiées, ces cristaux présentent des formes spéciales qui méritent une étude détaillée. Tel est le cas notamment des cristaux bipyramidés de quartz si abondants dans le gypse des Pyrénées, d'Algérie et de quelques autres régions, les cristaux des marnes et des septarias de l'Isère, de la Drôme, etc. Ils présentent souvent des particularités caractéristiques dans l'une de ces catégories de gisement.

Quant aux variétés toujours compactes de quartz, telles que les silex, les jaspes, etc., qui proviennent de la cristallisation de silice primitivement déposée sous forme d'opale et dont la cristallinité ne peut être décelée qu'au microscope, je les passerai en revue dans un article spécial.

a) *Dans les calcaires paléozoïques.*

Pyrénées. — *Ariège.* Les calcaires dolomitiques paléozoïques du port de Salau renferment des cristaux de quartz gris opaques, allongés

suivant l'axe vertical et groupés en rosettes ; ils ont quelques centimètres de longueur.

Corbières. — *Hérault.* De très jolis cristaux incolores, transparents de quartz se rencontrent dans les calcaires dévoniens des Corbières.

Des Cloizeaux a signalé dans ceux de Neffiez deux formes rares β $(27\bar{9}9)$ et Λ $(2.8.\bar{1}\bar{0}.9)$ faisant partie de la zone β e^2. La fig. 80 empruntée à son mémoire montre la combinaison de ces faces avec p, $e^{1/2}$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$, e^2 et t_4 $(9.1.\bar{1}\bar{0}.9)$.

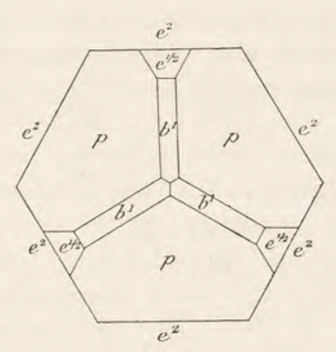


Fig. 79.
Quartz de Cabrières (projection sur la base).

Grâce à l'obligeance de M. Delage, j'ai pu examiner un certain nombre de cristaux de cette forme, ainsi que d'autres provenant de la Combe d'Yzarne à Cabrières, et de Gabian. Ils se trouvent épars à la surface de marnes et des calcaire à goniatites ferrugineuses.


Fig. 80.
Quartz de Neffiez.

Le rhomboèdre b^1 $(01\bar{1}2)$ y est fréquent, souvent complet (fig. 80), mais il ne se trouve guère qu'à l'une des extrémités des cristaux. Les faces de ce rhomboèdre donnent parfois d'assez bonnes mesures.

Le rhomboèdre p domine généralement beaucoup dans ces cristaux. Sur un cristal de Gabian, j'ai observé e^{26} $(90\bar{9}8)$, e^5 $(20\bar{2}1)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$ et des faces courbes paraissant voisines de H_6 $(13.12.\bar{2}\bar{5}.2\bar{5})$, de H_5 $(43\bar{7}7)$ et de H_4 $(32.15.\bar{4}\bar{7}.47)$.

b) *Dans les marnes et les gypses triasiques* [1].

Pyrénées. — Le gypse et les argiles gypseuses ou salifères des Pyrénées et des Corbières renferment en quantité considérable des cristaux bipyramidés de quartz ayant la couleur de la roche qui les renferme ; ils sont incolores dans les gypses blancs ; rouges ou roses, dans les gypses rouges ou roses. Faciles à isoler, ils présentent inva-

1. Voir page 61, pour le quartz des calcaires triasiques métamorphiques : pour l'âge de ces sédiments, voir à *sel gemme*.

riablement les formes e^2, p et $e^{1/2}$; ils sont d'ordinaire un peu allongés suivant l'axe vertical (fig. 81), parfois cependant e^2 est très réduit.

Les arêtes d'intersection de p et de $e^{1/2}$ sont parfois arrondies et peuvent être remplacées par une petite facette ξ $(11\bar{2}2)$; il est possible toutefois, comme l'a fait remarquer Des Cloizeaux, que cet arrondissement des faces soit une conséquence des groupements intérieurs que décèle l'étude optique. Il est probable, dans tous les cas, que ce sont des faces de corrosion.

Les faces de la zone verticale ne présentent généralement pas les stries horizontales qui manquent si rarement au contraire dans les cristaux filoniens. Ces cristaux bipyramidés ne sont d'ordinaire ni transparents, ni translucides; le plus souvent, ils sont opaques. Dans les lames minces, on voit que leur centre reste généralement opaque, alors que leurs bords deviennent rapidement translucides; la matière colorante est disposée suivant des zones concentriques. L'examen de lames épaisses, taillées perpendiculairement à l'axe optique de cristaux transparents de l'Aude a montré à Des Cloizeaux qu'ils sont constitués par le groupement de six cristaux alternativement droits ou gauches (fig. 29). La jonction des deux catégories de cristaux se fait suivant une ligne irrégulière, perpendiculaire aux faces e^2; elle montre en lumière convergente, suivant les points considérés, une croix noire ou les spirales d'Airy. Les zones concentriques d'accroissement ne sont donc pas homogène au point de vue optique, une même face p par exemple est formée par deux individus de signe contraire (macle du Brésil).

Fig. 81.
Quartz des argiles triasiques des Pyrénées.

Cette structure est extrêmement constante dans les cristaux de quartz d'un très grand nombre de gisements des Pyrénées ou d'Algérie que j'ai examinés. L'absence de faces hémièdres ne permet pas de la prévoir, mais elle est facile à mettre en évidence, même sans le secours des propriétés optiques, par l'attaque des cristaux par l'acide fluorhydrique; celui-ci les dissout plus rapidement suivant les lignes de séparation des individus constituants (fig. 81).

Landes. Le quartz bipyramidé, en cristaux généralement petits, le plus souvent rouge, abonde dans les argiles, le sel, le gypse et la polyhalite de Dax, de Saint-Pandelon. Il se rencontre en grande quan-

tité dans les cuves de dissolution du sel et surtout sur les haldes où l'on jette le résidu de la dissolution du sel ; l'eau pluviale en effet lave les argiles et laisse les cristaux de quartz en relief.

Les cristaux d'aragonite de Bastenne englobent parfois un grand nombre de ces cristaux de quartz qui sont d'ordinaire rouges (Cassoura, au fond du vallon d'Arrimblar).

Basses-Pyrénées. Les cristaux de quartz bipyramidés se trouvent dans les mêmes conditions dans les gisements salifères de Bayonne (Brindos), etc. (voir tome II. 758).

Haute-Garonne. Salies du Salat.

Ariège. Les cristaux de quartz bipyramidés se trouvent en très grande quantité dans les gisements suivants : environs du Mas d'Azil, tranchée du chemin de fer entre le tunnel de Rimont et Castelnau-Durban (cristaux incolores, blancs, rouges dans le gypse et les marnes), Cadarcet sur le bord de la route de Foix, aux environs de Foix, Roquefixade, Leichert, Saint-Sirac, les environs d'Enrivière et d'Empujol, Lherm, puis une bande triasique plus méridionale aux environs de Massat (Touron, Poumadé), sur le versant occidental du Col de Port, à Labat, à Lherm, etc.

Pyrénées-Orientales. Environs d'Amélie-les-Bains (Montbolo, etc.).



Fig. 82.
Quartz bipyramidé de la source de la Salz (*Aude*) attaqué par l'acide fluorhydrique pour mettre en évidence la structure en secteur montrée par la fig. 29.

Corbières. — *Hérault*. Le quartz bipyramidé est abondant dans le trias gypseux de Cazouls-les-Béziers : à Ceilhes, il se trouve en petits cristaux hématoïdes, souvent agglomérés en grand nombre.

Aude. Dans le gypse et les marnes bariolées des environs de Narbonne (Fontcouverte), de Domneuve entre Nouvelle (Tuchan) et Embrès, de la Grave près Mouthoumet, des Bézis près Arques, du Col Saint-Louis, de Fitou, de Durban, et surtout de la Source de la Salz près Sougraigne (beaux cristaux blancs ou rouges), etc.

Cévennes. — *Gard*. Paliès en Monoblet.

Les marnes irisées du tunnel d'Alzon renferment des nodules quartzeux extérieurement mamelonnés, variant de la grosseur d'une

noix à celle de la tête d'un homme. Tantôt elles sont pleines et constituées par du quartz ou de la calcédoine monochrome ou polychrome zonée (bleuâtre et rouge), tantôt elles sont vides et tapissées de petits cristaux de quartz hyalin rouge ou violet; il n'est pas rare d'y trouver en outre des cristaux de calcite qui constituent le dernier minéral formé, ou encore des lamelles de goethite.

Ardèche. Des géodes, analogues à celles d'Alzon, se trouvent à Seyres près les Vans, elles sont parfois remplies par de la blende.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Dans le gypse des environs de Lunéville, de Varangéville, etc.

[*Lorraine*]. Dans le gypse et dans le sel des gisements de la vallée de la Selle (Dieuze, Vic, Moyenvic, etc.).

Jura. — *Jura*. Des cristaux bipyramidés de quartz, généralement colorés en rouge par une argile ferrugineuse, sont associés au gypse et au sel gemme à Laffenet, Pimont, Salins, Montmorot.

Alpes. — *Haute-Savoie*. On rencontre dans le gypse de Matringe, dans le Chablais, des cristaux de quartz bipyramidés semblables à ceux des Pyrénées, mais plus petits.

Hautes-Alpes. Les cargneules de Lazer renferment des nids et des nodules de galène, de blende, d'hématite et de quartz prase, dans lequel M. Termier a constaté (*B. S. M.* XXII. 49. 1900) l'existence d'une grande quantité de lamelles microscopiques de *biotite* verte. Ce quartz dégage par la chaleur un peu d'humidité et une odeur empyreumatique.

Algérie. — Les marnes du trias algérien renferment des cristaux bipyramidés de quartz, identiques à ceux des Pyrénées ; ils sont souvent riches en inclusions d'anhydrite.

Oran. Des cristaux bipyramidés de quartz m'ont été indiqués par M. Gentil à Noisy-les-Bains, et dans la vallée du Feïd el Ateuch (Tafna), etc.

Alger. Le même minéral se rencontre à Teniet el Haad (Camp des scorpions) et aux Sioufs de Tazza.

Constantine. Les cristaux de quartz bipyramidé noirs, blancs ou incolores abondent dans les marnes gypseuses et les cargneules triasiques des environs de Souk Ahras : (Bordj Oussi près l'hôpital militaire de Souk Ahras), cimetière Mzabele, Chabet bou Kebch près

le Djebel bou Kebch, entre Souk Ahras et le moulin Deyron, le Djebel Argoub el Djemel, le Djebel Tifeech-Khamissa (les Arabes lors des anciennes insurrections se servaient de ces cristaux de quartz comme de balles pour leurs fusils), le Djebel Zouabi près Sedrata.

On en trouve aussi dans les régions des Chotts d'Aïn-Me'ila et du Djebel Guereoun et notamment à Oulad Choukh et au Djebel Melaz au Nord du Chott el Marzel dans les collines des lacs (entre les Chotts Tinecilt et Zemoul), dans la région de Théréa, à Hamimat Guibeur, oum Debbane, enfin aux environs de Clairefontaine, au Djebel à Draa M'Kerriga et à El Outaïa près Biskra.

Je dois ces renseignements à M. Blayac qui a recueilli au cimetière de Mzabele des cristaux de quartz atteignant 5 cm. de plus grande dimension.

c) *Dans le jurassique.*

Saintonge. — *Charente.* De très jolis cristaux bipyramidés et hyalins de quartz se trouvent avec gouttelettes de calcédoine dans les argiles de Roumazières.

Plateau Central. — *Rhône et Saône-et-Loire.* Le quartz, en géodes parfois très grandes, abonde dans le bajocien de cette région. On peut citer notamment les carrières de Couzon (*Rhône*) et celles des environs de Mâcon (*Saône-et-Loire*) comme fournissant de beaux échantillons. A Couzon, ce quartz est associé aux cristaux de calcite qui seront étudiés plus loin.



Fig. 83.
Fragment d'un septaria des marnes de Meylan, dont les fentes de retrait renferment des cristaux de quartz (*Photographie réduite de moitié environ*).

Isère et Drôme. Les marnes oxfordiennes à *Belemnites hastata* et *Ammonites plicatilis* du Dauphiné renferment de nombreux rognons calcaires (septarias) disposés en lits assez réguliers; ils ont la forme d'ellipsoïdes aplatis dont le grand axe est parallèle au plan de stratification des couches et ont

parfois jusqu'à 20 cm. de longueur. Quand on les brise, on constate qu'ils sont cloisonnés et creusés de géodes de retrait (fig. 83) que tapissent de beaux cristaux de quartz hyalin, de petits cristaux de calcite, de dolomite, de célestite. On a vu, tome II, p. 162, que ces septarias renferment des cristaux microscopiques d'albite.

Les gisements les plus intéressants, déjà en partie connus de Faujas de Saint-Fons (*Hist. nat. du Dauphiné* 1781.423), sont : dans l'*Isère*,

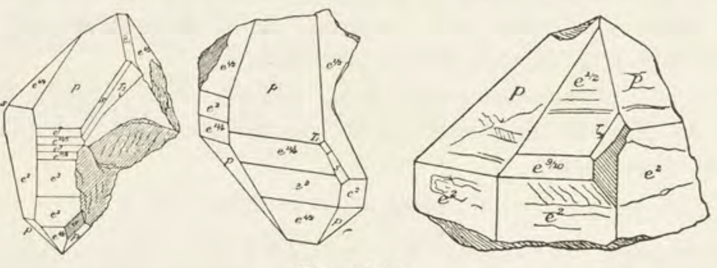


Fig. 84 à 86.
Quartz de Meylan.

Meylan, Saint-Ismier près de Grenoble, Treminis au-dessus de la Fontaine Ardente; dans la *Drôme* : La Serre des diamants, entre Die et Romeyer, Rémusat (montagne de Soubeyran), etc. Ce sont les cristaux de Meylan qui sont les plus connus et sur lesquels on trouve quelques renseignements dans Lévy (*op. cit.*) ; j'ai fait remarquer toutefois qu'une partie des cristaux indiqués par cet auteur comme venant de Meylan (il orthographie Meillans) proviennent en réalité de l'Oisans.

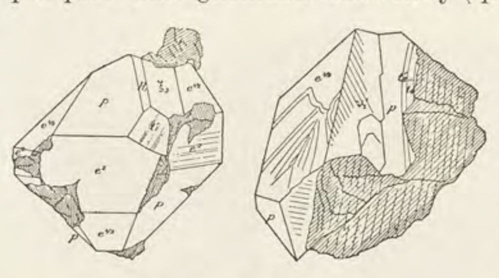


Fig. 87 et 88.
Quartz de Meylan.

C'est selon toute vraisemblance de ce gisement que vient le cristal représenté par la fig. 76 du *Mémoire sur le quartz* de Des Cloizeaux et qui présente la forme β $(2.7.\bar{9}.9)$.

M. Gonnard a publié (*B. S. M.* XXII. 94. 1899) un important et intéressant mémoire sur ce sujet; les faces observées par lui sont extrêmement nombreuses ; en outre des formes communes, il a en effet rencontré : rhomboèdres directs : e^{15} $(16.0.\bar{1}\bar{6}.13)$, e^{7} $(80\bar{8}5)$, e^{6} $(70\bar{7}4)$, $e^{11/2}$ $(13.0.1\bar{3}.7)$, e^{5} $(20\bar{2}1)$, $e^{21/5}$ $(26.0.2\bar{6}.111)$, $e^{31/10}$ $(\bar{4}\bar{1}.0.41.11)$, e^{3}

$(40\bar{4}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{14}.37)$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{11}.2)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{10}.1)$, $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{13}.1)$; rhomboèdres inverses : $e^{4/7}$ $(0.11.\bar{11}.10)$, $e^{31/50}$ $(0.27.\bar{27}.23)$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$, $e^{10/3}$ $(0.23.\bar{23}.16)$, $e^{5/6}$ $(0.11.\bar{11}.7)$, $e^{9/10}$ $(0.19.\bar{19}.11)$, $e^{19/20}$ $(0.13.\bar{13}.7)$, e^{1} $(02\bar{2}1)$, $e^{11/10}$ $(07\bar{7}3)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$, $e^{19/11}$ $(0.10.\bar{10}.1)$, $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{11}.1)$.

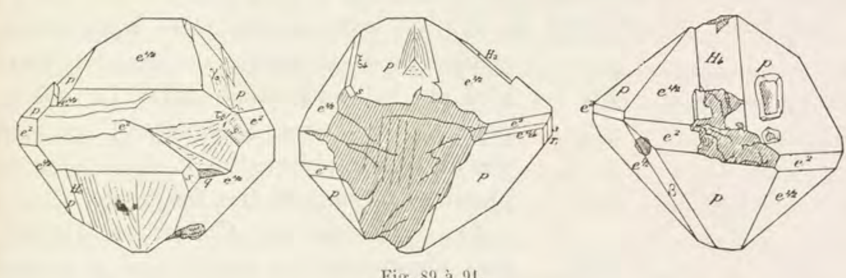


Fig. 89 à 91.
Quartz de Meylan.

Cette richesse en rhomboèdres n'est cependant pas la caractéristique des cristaux de Meylan ; celle-ci consiste dans l'extrême rareté des plagièdres inférieurs à la forme rhombe s $(11\bar{2}1)$; en effet, x $(51\bar{6}1)$ est absent, ε $(12\bar{3}1)$, q $(3.8.\bar{11}.3)$ et $\varphi_1 = \varphi_2$ $(17.1.\bar{18}.1)$, n'existent que fort rarement. Au contraire, il y a une très grande richesse en plagièdres supérieurs à la face s : ce sont, dans la zone $p\ s\ e^2$: t^4 $(9.1.\bar{10}.9)$, t''_3 $(23.3.\bar{25}.22)$, T_3 $(11.6.\bar{17}.11)$, T_2' $(26.15.\bar{41}.26)$, t' $(8.5.\bar{13}.8)$, t $(32\bar{5}3)$, T_1 $(41.30.\bar{71}.41)$, T_0 $(19.15.\bar{34}.19)$; dans la zone $e^{1/2}\ s\ e^2$: τ_8 $(1.30.\bar{29}.29)$, τ_1 $(14\bar{5}4)$ et enfin entre $e^{1/2}$ et p : β_6 $(1.15.\bar{16}.16)$, β_5 $(2.15.\bar{17}.17)$, γ_4 $(16\bar{7}7)$, β $(27\bar{9}9)$, β_1 $(13\bar{4}4)$, ξ_4 $(25\bar{7}7)$, γ_1 $(12\bar{3}3)$, ξ_3 $(8.15.\bar{23}.23)$, ξ_2 $(35\bar{8}8)$, ξ_1 $(34\bar{7}7)$, H_6 $(13.12.\bar{25}.25)$, H_5 $(43\bar{7}7)$, H_4 $(32.15.\bar{47}.47)$, H_2 $(31\bar{4}4)$, H_1 $(41\bar{5}5)$, H_0 $(13.3.\bar{16}.16)$; il faut ajouter γ_0 qui, d'après une rectification que m'a communiquée M. Gonnard, est identique à la forme Γ_1 $(32.15.\bar{17}.62)$, trouvée par M. Termier sur un quartz du Grindelwald.

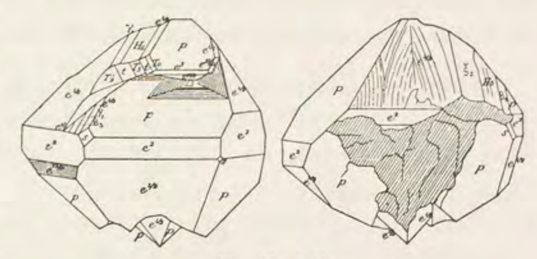


Fig. 92 et 93.
Quartz de Meylan.

Ces plagièdres à symboles compliqués ne se présentent généralement que sous la forme d'une seule face (face de corrosion ? voir page 36),

souvent concave ; quand il en existe plusieurs dans un même cristal, l'arête $pe^{1/2}$ paraît au premier abord remplacée par une surface courbe qui, cependant donne en général au goniomètre des mesures assez satisfaisantes. Les fig. 84 à 93 empruntées au mémoire de M. Gonnard donnent une idée de l'aspect de ces cristaux qui sont parmi les plus intéressants des gisements français.

Les faces des cristaux de Meylan sont souvent très irrégulières, semées de cavités vides ou remplies d'argile, ou de liquide (avec bulle). Les allongements anomaux (notamment suivant une arête $p\ e^2$ oblique) et la disparition de plusieurs faces sont très fréquents.

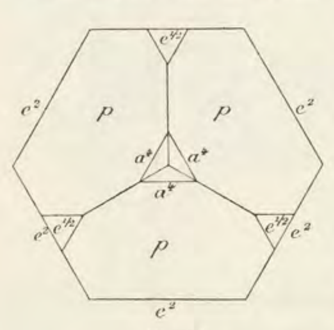


Fig. 94.
Projection sur la base du quartz de Condorcet.

Les septarias de Condorcet (*Drôme*) sont identiques aux précédents ; le quartz y est associé aussi à de la calcite, à de la dolomite et surtout à de très beaux cristaux de célestite (Michel. *B. S. M.* XV. 27. 1892). Ces cristaux de quartz sont peu compliqués de forme, mais présentent fréquemment le rhomboèdre a^4 (30$\bar{3}$6) (fig. 94).

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Des cristaux d'améthyste se rencontrent parfois dans les cloisons des ammonites (*A. macrocephalus*) de la base du callovien des environs de Neufchâteau (Ruppes).

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les marnes du lias supérieur de Marcoux près de Digne renferment de magnifiques cristaux de quartz dépassant parfois 10 cm. de plus grande dimension ; j'en ai examiné un assez grand nombre que m'a procurés M. Colomb. Ces cristaux sont généralement déformés, présentant une irrégularité de structure beaucoup plus grande que ceux de Meylan et même que ceux de Chéraute ; les cristaux à faces en trémies sont assez communs : les formes arrondies de la zone $p\ e^{1/2}$ sont fréquentes (β, H_6, H_0).

Quelques-uns de ces cristaux de quartz supportent de petits cristaux limpides ou d'un blanc laiteux de célestite.

d) *Dans le crétacé.*

Saintonge. — *Charente*. De belles géodes de quartz se rencontrent dans le cénomanien de la première tranchée du chemin de fer en

sortant de Tonnay-Charente, dans la direction de Saintes, ainsi que dans des calcaires près de la plage du Port-des-Barques à Piedemont, dans ceux du campanien inférieur d'Eraville ; ils sont très réguliers de forme ($p\ e^{1/2}\ e^2$) et assez allongés suivant l'axe vertical.

Basses-Pyrénées. Les marnes argileuses du flysch (cénomanien ?) d'Ieragaray, lieu-dit situé à environ 3 kilomètres à l'Est de Chéraute près Mauléon-Lécharre renferment de très beaux cristaux de quartz dont je dois la communication à M. Frossard. Ces cristaux isolés ou groupés, pouvant dépasser la grosseur du poing, sont à comparer à ceux bien connus de Poretta ; ils sont hyalins ou un peu enfumés, quelquefois légèrement laiteux. Ils sont presque tous fissurés et criblés de larges inclusions ou cavités remplies par de l'air, de l'eau avec bulle mobile ou enfin par de l'argile blanche ou ocreuse. Ces cavités sont ou bien irrégulières, ou bien disposées régulièrement sous forme de cristaux négatifs ou de vides parallèles aux faces extérieures.

Les faces, très brillantes, sont souvent irrégulières, creusées de cavités, de figures de corrosion ou encore d'impressions en relief ; souvent aussi elles sont courbes ou légèrement ondulées.

Tous ces cristaux présentent les faces p, $e^{1/2}$ et e^2 ; cette dernière forme est toujours peu développée ; ils sont souvent déformés, comprimés et présentent de beaux exemples de développement irrégulier des faces (quartz sphaloïde). Les faces courbes de la zone $p\ e^{1/2}$ ne sont pas rares notamment β ($27\bar{9}9$) et H_0 ($13.3.\bar{1}\bar{3}.16$).

M. Frossard m'a signalé du quartz analogue dans le tunnel de Belair (gault ou flysch cénomanien) sur la route de Pau à Laruns ; il est possible que dans ce gisement la production du quartz soit en rapport avec la venue d'une syénite augitique qui se trouve dans le voisinage.

M. Seunes m'a communiqué des cristaux de 2 cm. 5 du même minéral provenant des schistes noirs du gault de Tardets.

Haute-Garonne. Les orbicules siliceux des calcaires garumniens de Propiary et d'Auzas qui sont décrits à calcédoine sont souvent bordés de pointements distincts de quartz.

Haute-Savoie. M. Brun m'a signalé de petits cristaux de quartz bipyramidés microscopiques dans les calcaires du Salève près de Monetier et de Virieu-le-Grand.

1. Je dois à M. Boreau des échantillons de quartz ferrugineux (eisenkiesel) constitués par des agrégats miarolitiques de petits cristaux jaunes : ils proviennent des argiles à silex recouvrant le crétacé de Jonzac (*Charente-Inférieure*).

e) *Dans les formations tertiaires.*

a) Dans l'éocène.

Bassin de Paris. — *Seine*, *Seine-et-Oise*, *Seine-et-Marne*. Le quartz secondaire abonde à de nombreux niveaux de l'éocène du bassin de Paris et s'y présente dans des conditions particulièrement remarquables qui seront surtout étudiées aux articles *calcédoine* et *gypse*; je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant des cristaux distincts de quartz englobés dans le calcaire et dans le gypse.

A la partie supérieure du lutétien (calcaire grossier), on trouve loin des bords de la vallée de la Seine un niveau de formation saumâtre constitué par des alternances de lits de marnes et de gypse. Sur les bords de la vallée, la composition pétrographique des roches a complètement changé; elles y sont constituées en effet par des couches de calcaire très cristallin et de marnes mélangées à du quartz (*caillasses*). Les cristaux de gypse, originellement engagés dans l'argile sont entièrement transformés soit en calcite, soit en quartz ou en divers produits siliceux (quartzine, lutécite, etc.).

Le quartz de ces pseudomorphoses s'est généralement développé lentement dans le gypse sans pouvoir prendre de formes nettes, il s'est implanté par une de ses faces *p* $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ ou e^2 $(10\bar{1}0)$ sur les clivages ou les faces du gypse et présente alors la structure du babelquartz. Ces pseudomorphoses débarrassées par un acide de la calcite qui les imprègne se montrent souvent constituées par une série de petites lames de quartz offrant des formes cristallitiques (voir les photographies à l'article *gypse*. (Paris, fondations de l'abattoir de Vaugirard).

Dans quelques cas plus rares, le quartz prend des formes plus distinctes, mais toujours cristallitiques, offrant des groupements de cristaux creux réunis à axes parallèles, mais ayant parfois subi de légers déplacements les uns par rapport aux autres; ils présentent l'aspect de rosettes des plus élégantes (Abattoirs de Vaugirard). M. Wallerant a décrit des cristaux de ce genre. (*B. S. M.* XX. 193. 1897).

Dans d'autres gisements, il n'existe plus trace de cristaux de gypse; la couche gypseuse a été entièrement transformée en un agrégat miarolitique très cristallin de rhomboèdres jaunes de calcite et de cristaux bipyramidés de quartz, plus rarement de fluorine (Paris, fondations de la Sorbonne, Val-de-Grâce, voisinage du Muséum au mar-

ché aux chevaux, Neuilly, etc.). Quelquefois ces cristaux ne sont pas agrégés et forment un sable cristallin à grands éléments (Paris, avenue Bugeaud, etc.). Ils peuvent atteindre plus de 1 cm. ; ils sont limpides, souvent groupés en gerbe et recouverts de lutécite. D'ordinaire les faces p dominent de beaucoup sur les faces $e^{1/2}$ qui peuvent même disparaître (fig. 95).

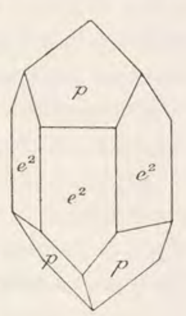


Fig. 95.
Quartz des caillasses de Paris.

Le quartz se trouve aussi sous forme de pseudomorphoses de gypse dans le bartonien [sables de Beauchamp (Bicêtre près Paris)].

Dans le gypse saccharoïde ludien (Montmartre), il existe de nombreuses épigénies macroscopiques de ce genre qui s'agglomèrent pour former les rognons siliceux appelés par les carriers « fusils » et dans lesquels le quartz est associé à de la lutécite, de la quartzine ou de la calcédoine.

Enfin, dans la carrière de Thorigny près Lagny (*Seine-et-Marne*), le gypse se présentant sous la forme d'albâtre, est riche en jolis cristaux de quartz hyalin qui offrent les mêmes particularités que ceux des caillasses parisiennes, ils sont souvent associés à des cristaux de calcite.

Notons en terminant que le calcaire de Champigny qui, au Sud-Ouest de Paris, représente un faciès latéral du gypse ludien est extrêmement riche en géodes quartzeuses, hérissées de pointements cristallins présentant souvent une teinte bleuâtre très caractéristique.

b) Dans l'oligocène.

Bassin de Paris. — Les phénomènes de silicification, si abondants dans l'éocène parisien, ne sont pas moins fréquents dans les assises oligocènes qui le surmontent.

Sur tous les plateaux formés par le calcaire de Brie (tongrien) et de Beauce (aquitanien) et dans toutes les localités où ces formations ne sont pas recouvertes par un manteau sédimentaire protecteur plus récent, ces calcaires ont été peu à peu décalcifiés et remplacés par des formations siliceuses, connues sous le nom de *meulières* et employées pour les constructions parisiennes (voir page 152). Elles sont étudiées plus loin à la suite de la calcédoine. Leurs cavités ne renferment que rarement de beaux cristaux de quartz : ils sont d'ordinaire réduits à de petits pointements rhomboédriques.

M. Stanislas Meunier a cependant trouvé (*C. R.* LXXXIII. 576, 1896) dans les sables kaoliniques de la Maladrerie de Montainville (*Seine-et-Oise*) un bloc de meulière presque entièrement formé par de petits cristaux de quartz bipyramidés, parfaits de forme et généralement riches à leur centre en impuretés ; ils rappellent par leur aspect, certains cristaux des caillasses du lutétien.

Périgord. — *Dordogne*. Des cristaux bipyramidés de quartz se rencontrent dans le gypse de l'oligocène inférieur de Sainte-Sabine.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les marnes oligocènes de Saint-Maime renferment de très jolis cristaux de quartz ne dépassant guère 2 à 3 mm. de plus grande dimension, mais qui sont incolores et d'une limpidité admirable. On les désigne dans le pays sous le nom de *diamants de Saint-Maime*, ils présentent la forme commune. On a vu page 44 quelle est leur structure interne.

Sédiment d'âge indéterminé[1].

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Aux environs de la Ville au Blaye en Saint-André-des-Eaux, on rencontre au milieu d'une argile ferrugineuse jaune, de gros rognons constitués par des globules botroydes enchevêtrés de quartz de même couleur ne dépassant guère 1 centimètre de diamètre. Leur structure est grossièrement fibreuse, leur surface parfois hérissée de petits pointements cristallins; c'est le *quartz botroyde* des anciens auteurs.

MINÉRAUX FIBREUX DE LA FAMILLE DU QUARTZ (QUARTZINE, LUTÉCITE, CALCÉDONITE)

Des études optiques récentes ont montré que les substances désignées sous le nom de *calcédoine*, de *silex*, de *jaspe* et d'une façon plus générale, beaucoup des minéraux regardés depuis longtemps comme

1. La collection du Muséum possède une pseudomorphose de gypse en quartz et calcédoine indiquée comme provenant des environs d'Angers ; au Musée de Rennes il en existe une autre indiquée comme provenant de Quintin (*Côtes-du-Nord*) ; je n'ai aucun renseignement sur le gisement exact de ces deux échantillons ; celui d'Angers ressemble beaucoup à quelques-uns de ceux des environs de Paris, celui de Quintin en diffère complètement.

des variétés compactes ou fibreuses de quartz, sont plus ou moins complètement constitués par des produits cristallisés fibreux, offrant des orientations optiques variées; ils sont d'ordinaire mélangés à une proportion plus ou moins grande d'opale.

Les agrégats minéraux qu'ils constituent ne trahissent à l'œil nu (sauf dans le cas de la lutécite) aucun caractère différentiel, permettant de déceler leur structure intime, aussi, y a-t-il lieu de traiter ces agrégats comme de véritables roches et d'étudier d'une façon distincte, d'une part les *propriétés des fibres biréfringentes,* que seul le microscope peut mettre en lumière et d'une autre, les *caractères macroscopiques* qui étaient exclusivement considérés il y a quelque temps encore. Ce chapitre est consacré à l'étude optique de ces produits fibreux.

Ceux-ci ont la même composition chimique que le quartz; ils sont constitués par de la silice anhydre, plus ou moins imbibée d'opale. Leurs propriétés optiques ne sont pas changées après une calcination au rouge sombre qui rend opaque le spécimen étudié, par suite de la déshydration de l'opale interposée; l'échantillon calciné redevient transparent par immersion dans du baume du Canada. L'existence de l'opale peut être mise en évidence par un traitement à la potasse caustique qui la dissout. On verra au paragraphe « *altérations* », que cette désopalisation des calcédoines s'effectue dans certains gisements par un procédé naturel.

Il faut distinguer trois types distincts, offrant tous la caractéristique commune d'être *biaxes* et optiquement *positifs*, de posséder une biréfringence et une réfringence sensiblement identiques et fort voisines de celles du quartz, mais se différenciant les uns des autres, 1° par la direction de l'allongement de leurs fibres (et par suite par le signe de leur allongement et la position du plan des axes optiques par rapport à celui-ci) et 2° par les groupements réguliers que constituent parfois ces fibres pour former des assemblages ternaires ou pseudosénaires.

Ces types sont la *quartzine* et la *calcédonite*, dont les fibres sont allongées parallèlement à l'un des axes de l'ellipsoïde optique et la *lutécite* dont l'allongement a lieu suivant une direction oblique par rapport à l'un de ces axes.

M. Wallerant a proposé de désigner uniformément tous ces minéraux sous le nom de quartzine; il semble préférable de conserver aux

termes de *quartzine*, de *calcédonite*[1] et de *lutécite* leur signification originelle, à condition, bien entendu, de ne pas les considérer comme des espèces minérales distinctes, mais comme diverses manières d'être du réseau élémentaire du quartz rhomboédrique, que l'on voit naître par groupement régulier des fibres de quartzine (voir page 42 et fig. 1).

Tous les minéraux qui vont être passés en revue se sont produits par concrétion par voie humide et, en outre de la structure cristalline qui sert à les définir, ils possèdent une structure par zones concentriques, bien mise en évidence par l'examen de leurs lames minces en lumière naturelle, surtout avec un éclairage un peu oblique. Ils s'associent fréquemment entre eux, formant individuellement les zones successives de masses fibreuses.

Quartzine.

Les propriétés de la *quartzine* ont été définies par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas (*B. S. M.* XV. 159. 1893). Les fibres de quart-



Fig. 1.
Quartzine de Prop'ary (*Haute-Garonne*). Au centre, groupements ternaires, conduisant au quartz uniaxe. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 180 diamètres.*)

zine sont allongées suivant n_g, et possèdent par suite des extinctions

1. J'emploie ce mot de *calcédonite*, dans le sens que M. Michel Lévy a donné au mot *calcédoine*, afin de conserver au terme calcédoine la signification plus compréhensive qu'il possédait avant l'emploi du microscope (voir page 132).

longitudinales. Elles paraissent en outre être aplaties suivant le plan $n_g\ n_m$; aussi, leurs sections transversales, perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive, se présentent-elles sous forme de fibres à *allongement positif* et plan des axes optiques transversal. Parfois, comme dans la figure 1, des fibres de quartzine se groupent autour d'un axe ternaire et conduisent ainsi à du quartz uniaxe qui constitue les plages en forme de triangle du milieu de la figure. L'axe n_g est commun au quartz et à la quartzine ; dans celle-ci, le plan des axes optiques est perpendiculaire à la bissectrice des secteurs triangulaires. Parfois ces groupements de fibres sont extrêmement petits et ils se trouvent englobés au milieu de plages de quartz à structure homogène.

On a vu page 42, la description des groupements réguliers de fibres de quartzine sur le quartz des sables de Cuise et M. Wallerant a observé en outre, aux Aubiers (*Vendée*), de petits tétraèdres de 60° qu'il regarde comme représentant la forme élémentaire de ce minéral, qui serait en réalité triclinique.

L'écartement des axes optiques de la quartzine est très variable à cause des superpositions de lames qui sont à peu près constantes : il atteint 35 à 40° d'après les observations de M. Michel-Lévy, 58° d'après celles de M. Wallerant qui a mesuré les indices suivants sur des échantillons provenant des sables de Cuise des environs de Paris (*B. S. M.* 52. 1897).

	rouge (C)	*Na* (D)	vert (F)
$\mathbf{n}_g$ =	1,540	1,5435	1,548
$\mathbf{n}_m$ =	1,534	1,5355	1,540
$\mathbf{n}_p$ =	1,531	1,5325	1,537

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_m = 0{,}011$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_m = 0{,}0075$$
$$\mathbf{n}_m - \mathbf{n}_p = 0{,}035$$

Ces indices sont ceux des fibres de quartzine noyées dans une matière colloïde ; ils sont donc trop faibles. En calculant à l'aide de la loi de Gladstone les indices de la quartzine ayant une densité de 2,622 au lieu de 2,576, densité de l'échantillon mesuré, M. Wallerant en a déduit des nombres plus voisins de ceux des indices du quartz.

En résumé, ce qui caractérise essentiellement la quartzine, c'est son allongement positif (suivant n_g) et ses groupements ternaires conduisant au quartz.

Calcédonite.

Je désigne sous le nom de *calcédonite* toutes les variétés fibreuses du groupe qui sont allongées suivant n_p ; leur extinction est par suite longitudinale, leur allongement est parallèle au plan des axes optiques et de signe négatif. Leur zone d'allongement, comprenant la section parallèle au plan des axes optiques et celle perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive*, présente des sections ayant toutes les biréfrin-

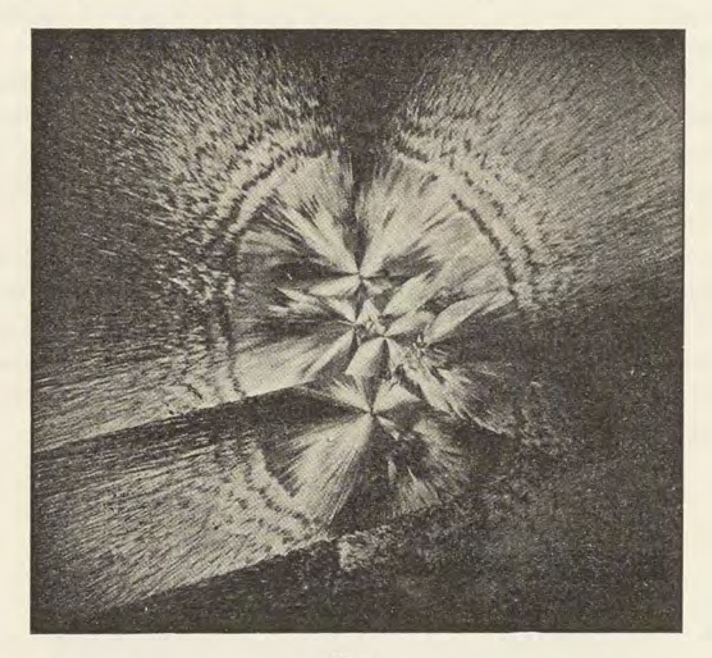


Fig. 1.
Calcédonite à enroulement. Section diamétrale d'un sphérolite à plusieurs centres. La Martinique. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 15 diamètres.*)

gences possibles, depuis le maximum jusqu'à presque 0° [2 V = 30° (Michel-Lévy) et souvent plus petit par suite de superpositions]. Il y a là, indépendamment du signe de l'allongement, un caractère différentiel avec la quartzine, qui, dans la zone d'allongement, possède une biréfringence presque constante, voisine du maximum.

Très fréquemment, et particulièrement dans les échantillons à fibres longues et régulières, la calcédonite présente en outre une com-

plication de structure fort remarquable, mise en lumière et expliquée par M. Michel-Lévy, qui a montré le premier la biaxie et le signe optique *positif* du minéral. Dans cette calcédonite (*calcédoine* de M. Michel-Lévy), les variations de biréfringence s'observent non plus dans des fibres contiguës d'un même sphérolite, mais le long d'une même fibre; ces variations peuvent même s'y reproduire plusieurs fois.

Les figures 1 et 2 montrent l'aspect caractéristique que présente en lumière polarisée parallèle ce type de calcédonite. En lumière convergente, on constate que les parties noires sont perpendiculaires à



Fig. 2
Calcédonite à enroulement de la Grisière en Flacé-lès-Mâcon. Au milieu, sphérolite coupé parallèlement à l'allongement de ses fibres qui montrent leurs variations de biréfringence. A droite et en bas, sections transversales d'autres fibres de calcédonite. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 35 diamètres.*)

la bissectrice aiguë *positive*, avec plan des axes parallèle aux fibres et que les sections éclairées sont parallèles au plan des axes optiques ; le passage entre ces deux orientations se fait insensiblement. Quant aux sections perpendiculaires aux fibres de la calcédonite, elles ne montrent que des plages enchevêtrées (fig. 2 à droite et en bas), perpendiculaires à n_m.

M. Michel-Lévy a fait voir que cette structure ne peut s'expliquer qu'en admettant l'enroulement autour de la fibre comme axe, de la

bissectrice aiguë *positive* (n_g), qui reste toujours perpendiculaire à la direction de la fibre. Cet enroulement peut se produire soit de droite à gauche, soit de gauche à droite.

En résumé, la calcédonite est caractérisée par son allongement suivant n_p, par les variations de sa biréfringence dans la zone d'allongement, qui en est la conséquence (calcédonite de Châtelaudren et de la Poype) et enfin, quand elle se présente à l'état parfait (fig. 1 et 2), par l'enroulement de sa bissectrice n_g autour de la fibre.

A la suite de la calcédonite, je signalerai une autre variété de produits quartzeux fibreux, qui ne se distingue pas toujours facilement de la calcédonite sans enroulement. Je veux parler de celle qui est allongée suivant n_m. Par suite de cet allongement, le plan des axes optiques est perpendiculaire à la direction des fibres et le signe de celles-ci doit être tantôt positif (section perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g) et tantôt négatif (section parallèle au plan des axes optiques). Mais par suite de la petitesse de l'angle 2 V et de la presque égalité des indices n_m et n_p, le minéral se comporte presque comme une substance uniaxe, les sections perpendiculaires à n_g sont presque éteintes et la plus grande partie des fibres sont de signe *négatif*. On ne peut guère alors différencier ce minéral de la calcédonite sans enroulement, que par la position du plan des axes optiques, transversal au lieu d'être parallèle à l'allongement ; l'emploi du mica quart d'onde et du quartz teinte sensible, quoique délicat dans ce cas, permet du reste de constater le signe positif de l'allongement des sections presque éteintes.

Lutécite.

La *lutécite* a la même biréfringence que la quartzine, mais s'en distingue par la direction de ses fibres (lutécine, Michel-Lévy et Munier-Chalmas, *op. cit.*, et par les assemblages pseudosénaires (lutécite Michel Lévy et Munier-Chalmas, fig. 1 à 5 ci-contre) qu'elles constituent, au lieu de donner des groupements pseudoternaires (quartz) comme ce dernier minéral.

Les cristaux de lutécite résultant de l'arrangement pseudosénaire de ces fibres ont la forme de pyramides pseudohexagonales surbaissées dont les faces font entre elles des angles d'environ 123°24′ (opposés par le sommet) et de 127°44′ (adjac.) (fig. 1 et 2). Ces

nombres sont très approximatifs ; les cristaux n'atteignent en effet que très rarement 0 mm. 5 ; ils sont toujours ternes et leurs faces sont raboteuses. Ils s'enfilent d'ordinaire en grand nombre suivant leur axe vertical (fig. 3) ou s'empilent comme dans les figures 4 et 5 en s'accolant par une face de la pyramide. Les faces de celle-ci sont striées parallèlement à l'intersection des arêtes culminantes ; deux faces opposées par leur sommet ont souvent des stries symétriques parallèles aux deux arêtes culminantes qui les limitent (fig. 1 et 2).

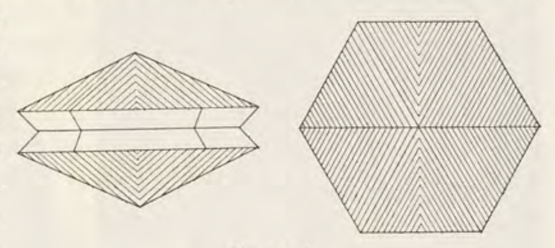


Fig. 1 et 2.
Cristal de lutécite (fig. 1) et sa projection sur la base (fig. 2).

Sections basiques. Les sections basiques se montrent au microscope, en lumière polarisée parallèle, divisées en six secteurs plus ou moins enchevêtrés, avec parfois des apparences de fibres parallèles aux diagonales de l'hexagone (fig. 6). Un examen plus approfondi montre qu'en réalité, il existe trois directions de fibres enchevêtrées, respectivement parallèles aux intersections des secteurs ; elles s'éteignent parallèlement à leur allongement qui est de signe positif. En lumière convergente, on voit que la section est très oblique (45°) sur la bissectrice aiguë *positive* (n_g), le plan des axes optiques étant transversal à l'allongement des fibres.

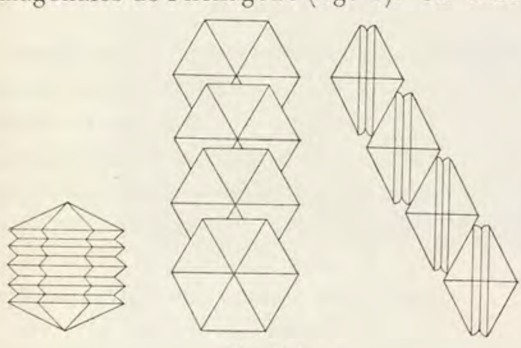


Fig. 3 à 5.
Groupements de cristaux de lutécite.

Sections passant par l'axe vertical et une arête culminante de la pyramide. Ces sections représentées par les figures 7 et 8 se divisent en quatre quadrants, limités par l'axe pseudosénaire et par la trace de la base. Examinons la constitution de chacun d'eux. Il existe d'abord une série de longues fibres faisant un angle de 16° avec la base et de 74° avec l'axe vertical (fig. 8). Elles sont perpendiculaires à la bissectrice obtuse *négative*, l'indice n_g y fait un angle de 29° avec l'axe des fibres,

et un angle de 45° avec l'axe vertical ; les quatre systèmes des fibres de la section complète s'éteignent en effet sensiblement ensemble.

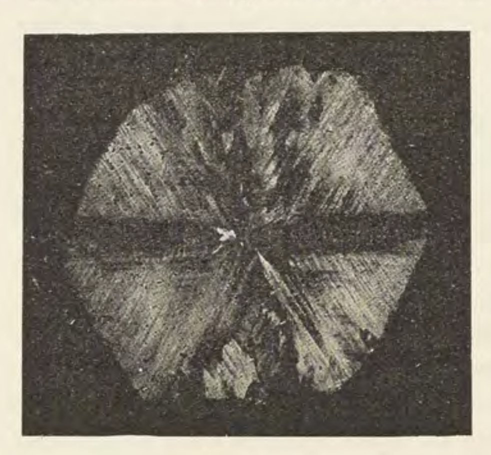


Fig. 6.
Section de lutécite perpendiculaire à l'axe pseudosénaire. Clamart. (*Photographie, lumière polarisée parallèle ; grossissement de 50 diamètres.*) [1]



Fig. 7.
Section de lutécite parallèle à l'axe pseudosénaire et passant par deux arêtes de la pyramide. Clamart. (*Photographie, lumière polarisée parallèle ; grossissement de 50 diamètres.*)

Ces fibres définissent la lutécite dont l'allongement[1] a lieu dans le plan n_g n_m et à 29° environ de n_g. Il est probable en outre que ces fibres sont aplaties suivant le plan n_g n_m, car les fibres disposées parallèlement à l'axe vertical des cristaux (fig. 8) sont très fines et elles résultent de la section des fibres similaires des secteurs voisins.

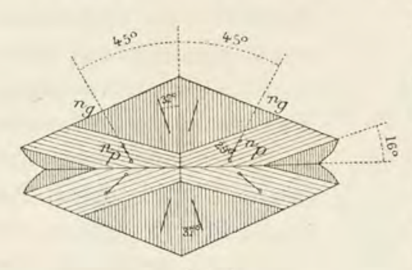


Fig. 8.
Interprétation théorique de la section verticale de lutécite représentée par la fig. 7_2.

Ces fibres ont un allongement positif et s'éteignent à environ 37° de l'axe vertical pseudosénaire ; elles ont une structure très enchevêtrée.

1. Les figures 1 (page 122), 6, 7 et 9 ci-contre sont la reproduction des préparations microscopiques déjà figurées par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas.

2. M. Wallerant a signalé (*op. cit.*) des fibres allongées suivant une direction du plan n_g n_m perpendiculaire à celle de la lutécite ; il les a trouvées mélangées à des fibres de quartzine à la surface de cristaux de quartz des sables de Cuise.

Sections passant par l'axe vertical et par la diagonale de deux faces opposées de la pyramide. Les fibres parallèles à l'axe vertical sont positives et s'éteignent suivant leur allongement.

Sections parallèles à une face de la pyramide. La partie centrale de ces sections montre dans le champ du microscope la bissectrice positive excentrée dans deux systèmes de fibres parallèles aux côtés ; la biréfringence de ces fibres est très faible. La plage triangulaire ainsi constituée est bordée de plages à structure plus complexe appartenant aux secteurs voisins.

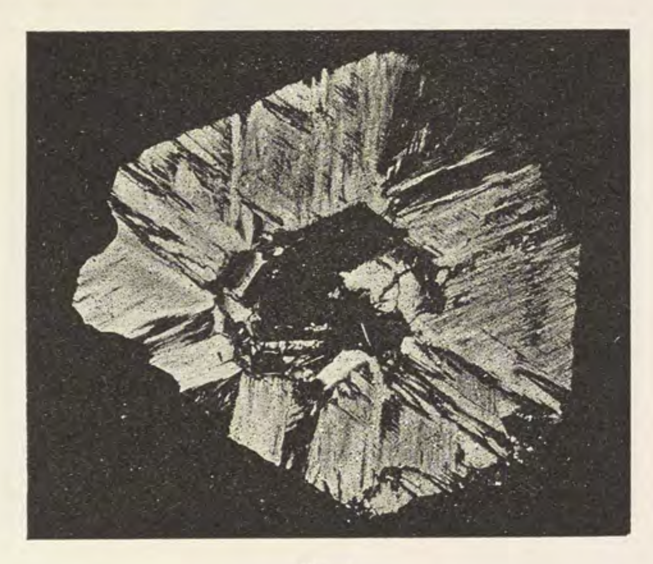


Fig. 1.
Section de quartz et de lutécite (groupés à axes parallèles) perpendiculaire à l'axe vertical commun. Bicêtre. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 25 diamètres.*)

En résumé, ce qui caractérise la *lutécite*, c'est l'allongement de ses fibres suivant une direction du plan $n_g\ n_m$, à 29° environ de n_g et les groupements pseudosénaires qu'elles constituent, pour former les cristaux macroscopiques représentés par la fig. 1.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La quartzine, par le groupement régulier de ses *fibres*, donne naissance au quartz rhomboédrique, ainsi qu'on l'a vu page 42 et page 122 (fig. 1).

Les *cristaux* de lutécite se groupent parfois d'une façon régulière sur des cristaux de quartz, leur axe pseudosénaire est alors parallèle à

l'axe ternaire de ceux-ci. La fig. 1 représente une section basique d'un semblable groupement vue en lumière polarisée parallèle : le quartz central est éteint, alors que les plages biréfringentes de lutécite offrent la même structure que dans la fig. 6 de la page 128.

Enfin la quartzine et la calcédonite forment souvent à la surface du quartz des recouvrements fibreux, continus. Leurs fibres rectilignes ou les pinceaux coniques formés par leurs fibres sont implantés normalement aux faces du quartz quelles qu'elles soient. Les groupements que forment ces fibres dans les sections de l'assemblage ne dépendent plus alors de leur propre symétrie, comme ceux étudiés plus haut, mais

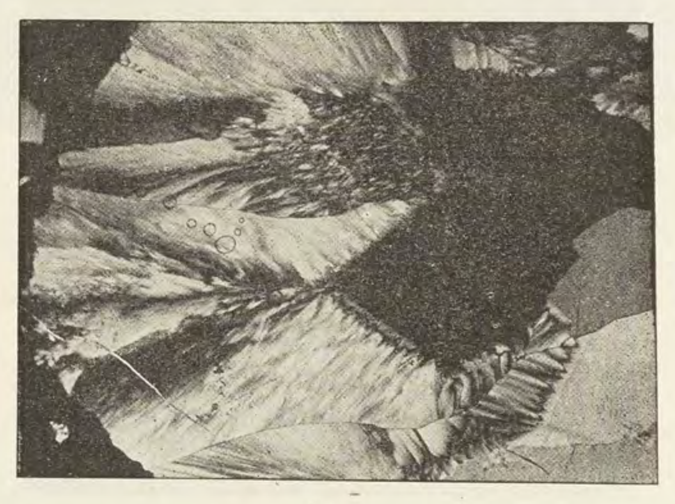


Fig. 2.
Quartzine groupée sur des pointements rhomboédriques de quartz : les fibres de quartzine sont implantées normalement aux faces des rhomboèdres de celui-ci, Bellevue près Paris. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 25 diamètres.*)

de celle du cristal qui leur sert de support. Il en est de même quand ces fibres sont implantées sur des cristaux rhomboédriques de calcite, cubiques de fluorine, etc.

Cependant, quand les fibres de quartzine sont implantées suivant ce mode sur un cristal de quartz, au voisinage de celui-ci, on les voit se recourber pour prendre son orientation et se confondre insensiblement avec lui. La figure 2 représente un cas de ce genre, le quartz a été éteint de façon à mettre en évidence l'orientation différente des fibres de quartzine qui recouvrent son pointement birhomboédrique.

Enfin, comme je l'ai indiqué déjà, tous les produits fibreux dont il vient d'être question s'associent fréquemment entre eux et avec le quartz, pour former les couches successives de masses fibreuses à aspect extérieur homogène. La figure 3 représente un cas très fréquent, alternance de lits de calcédonite et de quartzine.

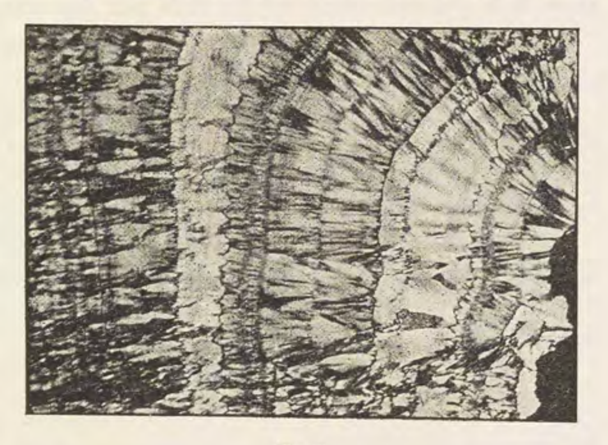


Fig. 3.
Section d'une calcédoine de la Grisière en Flacé-lès-Mâcon, formée de zones alternantes de quartzine (zones éclairées uniformément) et de calcédonite (zones offrant des variations de biréfringence). (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 45 diamètres.*)

Diagnostic. Le tableau suivant résume les propriétés optiques des produits fibreux qui viennent d'être étudiés, *tous biaxes et optiquement positifs*.

	Allongement suivant	Signe. de l'allongement	Angle d'extinction et position du plan des axes optiques par rapport à l'allongement.	Propriétés de la zone d'allongement.
Quartzine.	n_g	+	0°. Parallèle.	Biréfringence presque constante. Les sections transversales des fibres sont perp. à la biss. aiguë positive.
Calcédonite [1].	n_p	—	0°. Parallèle.	Maximum et minimum de biréfringence dans des fibres distinctes (*calcédonite sans enroulement*) ou le long de la même fibre (*calcédonite avec enroulement*).
	n_m	± (— dominant.)	0°. Transversal.	Maximum et minimum de biréfringence dans des fibres distinctes.
Lutécite.	Droite du plan $n_g n_m$.	+	29° (n_g), (trace du plan des axes).	Bissectrice n_g oblique sur les fibres (n_p perpend. à une face de la zone).

1. Voir à *pseudocalcédonite*.

Produits microcristallins formés par les minéraux de la famille du quartz et par la pseudocalcédonite.

Le quartz, les divers minéraux fibreux de son groupe et aussi la pseudocalcédonite[1] soit seuls, soit associés, constituent un grand nombre de produits qui, depuis fort longtemps, ont reçu des noms distincts à cause de la variabilité de leurs caractères extérieurs.

Les uns sont relativement homogènes, formés presque exclusivement par des produits siliceux fibreux, mélangés seulement d'un peu d'opale ; ils possèdent souvent une structure externe concrétionnée, caractéristique, ce sont les *calcédoines*.

Les autres n'ont généralement pas de structure minéralogique externe régulière ; ils sont souvent inhomogènes, mélangés à de l'argile, des oxydes métalliques, etc., et constituent de véritables roches. Ce sont les jaspes, les bois silicifiés, les silex, etc.

Altérations. Tous les minéraux formés par le mélange physique de produits siliceux anhydres quels qu'ils soient et d'opale, subissent un mode d'altération qu'il est très facile d'étudier dans certaines agates ou calcédoines et surtout dans les silex.

La substance devient opaque, d'un blanc laiteux ; en même temps, elle perd de sa dureté, se laisse couper au couteau, elle devient plus légère. La patine des silex des stations préhistoriques constitue un bon type des premières phases de ce genre d'altération.

Fréquemment, la cohérence du silex disparaît, il se transforme en une masse blanche, poreuse, se coupant au couteau ; Marchand qui a étudié un produit de ce genre, provenant de Contremoulins en Fécamp (*Seine-Inférieure*) l'a considéré comme une variété spéciale de silice et l'a appelé *passyite* (*A. C. P.* I. 392. 1874). Il a montré que ce minéral est à peu près anhydre (1,3 °/₀ d'eau).

M. Ch. Friedel a, d'autre part, donné l'explication du mécanisme de l'altération des agates (*A. P. C.* VII. 54. 1876) ; elle consiste dans la disparition de l'opale par dissolution. La diminution de densité des échantillons étudiés par lui est très nette ; elle est due à la porosité résultant de la disparition de cette opale.

J'ai pu constater du reste l'exactitude de cette explication en étu-

1. Voir page 159.

diant des échantillons de la passyite de Marchand que je dois à M. de Franqueville. Si, en effet, au lieu de prendre la densité apparente des silex altérés, comme l'a fait Ch. Friedel, c'est-à-dire le rapport de leur poids à celui du volume d'eau qu'ils auraient déplacé avant l'altération (volume estimé par immersion dans le mercure qui ne pénètre pas dans les pores de la roche), densité apparente plus petite que celle du silex intact, on prend la densité de la poudre de passyite, on constate qu'elle est plus grande que celle des silex intacts aux dépens desquels elle s'est formée. L'examen microscopique fait voir du reste que cette poudre est entièrement cristallisée, formée de petits grains de quartz, de fibres de quartzine et de calcédonite, soit libres, soit groupés pour épigéniser des débris de fossiles.

La désopalisation des calcédoines et des silex est un phénomène de dissolution dû aux eaux atmosphériques. Il est facile de le constater notamment à Contremoulins. Les silex y sont contenus dans une argile rouge ; ils proviennent de la craie sous-jacente. Leur transformation est d'autant plus complète que l'argile qui les contient est plus superficielle.

Il me paraît commode dans la pratique d'avoir un terme pour distinguer cette masse blanche, poreuse, holocristalline, résultant de la désopalisation des silex, afin de la distinguer des variétés d'opale offrant un faciès extérieur analogue et se trouvant dans les mêmes gisements (voir à *opale*) ; j'emploierai dans ce sens le terme de *passyite*, puisqu'il existe, je ne lui attribue d'ailleurs de valeur qu'au point de vue de la morphologie externe.

Calcédoine.

Je réserve le nom de calcédoine à toutes les formes *macroscopiques* de produits siliceux formés par concrétion, présentant une translucidité plus ou moins grande, une cassure conchoïdale et une structure intime fibreuse ou compacte dont la cristallinité ne peut être décelée qu'au microscope : c'est donc là la définition donnée par les anciens auteurs avant les études microscopiques.

Densité. La densité des calcédoines est en général un peu plus faible que celle (2,65) du quartz, ce qui s'explique par le mélange fréquent d'une petite quantité d'opale interposée entre les fibres. On a vu plus haut déjà que l'existence de cette opale peut être mise en évidence par la calcination du minéral qui devient alors opaque sans que la

biréfringence de ses fibres soit modifiée; il est facile de s'en assurer en immergeant la substance dans un liquide (baume du Canada, alcool); elle reprend alors sa transparence (voir aussi à *altérations*).

Faciès. Les variétés de calcédoine ont toutes été établies depuis longtemps avant l'apparition du microscope, elles sont basées uniquement sur des propriétés externes : beaucoup d'entre elles sont utilisées pour la bijouterie ou la gravure sur pierre.

1° Le nom de *calcédoine* dans son sens restreint est appliqué aux variétés de couleur uniforme, blanches, grises, bleuâtres ou d'un bleu tendre, et le plus souvent translucides : elles se présentent mamelonnées, botroydes, stalactiformes (fig. 4), affectant la forme de gouttelettes, d'orbicules (fig. 3, 5 à 7), d'enduits concrétionnés.

La *cornaline* est une calcédoine rouge (rouge clair à rouge sombre); quand elle passe au rouge brun avec couleur brun rouge par transparence, elle prend le nom de *sardoine*; ces variétés sont très translucides, tandis que la *calcédoine jaspeuse* est concrétionnée, rouge foncé, mais plus ou moins opaque.

Fig. 1.
Géode de calcédoine remplie par du quartz. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Le *chrysoprase* est une calcédoine vert-pomme (colorée par du nickel), translucide.

Le *plasma* est une variété vert sombre ou vert-poireau, souvent un peu translucide, qui prend le nom d'*héliotrope* quand il est tacheté de rouge-sang.

2° Les *agates* sont des calcédoines de couleur régulièrement inhomogènes ; elles sont constituées par des zones de couleurs très variées, blanches, jaunes de cire, noires, bleuâtres ou grises, etc. Ces zones s'emboîtent les unes dans les autres et représentent toutes les irrégularités des parois dans lesquelles s'est formé le minéral (fig. 1) (la section des concrétions stalactiformes est parfois régulièrement circulaire), elles alternent quelquefois avec des zones de quartz transparent (hyalin ou améthyste) et celui-ci s'isole en beaux cristaux, quand les

cavités agatisées ne sont pas entièrement remplies ; il est fréquent alors de rencontrer une dernière génération de calcite (voir page 137 pour les *enhydres*).

Le nom d'*onyx* est réservé aux variétés d'agate, utilisées pour la fabrication des camées, dans lesquelles les zones successives sont planes ; leur section montre des bandes différemment colorées, régulièrement parallèles (fig. 3, page 157).

Toutes les variétés de calcédoine et d'agate peuvent renfermer des *dendrites* ferrugineuses ou manganésifères, donnant naissance aux variétés d'opale et de calcédoine *mousseuses* ou *dendritiques* (fig. 2).

Structure microscopique. La structure microscopique des calcédoines est très variée. Elle est d'ordinaire rubanée, à la fois zonaire et fibreuse. Les types concrétionnés, mamelonnés dont les fibres sont rectilignes ou disposées sous forme de pinceaux coniques, sont parfois implantés régulièrement sur des cristaux de quartz dont ils sont comme le prolongement.



Fig. 2.
Calcédoine avec dendrites manganésifères. (*Photographie, grandeur naturelle.*)

Un même type optique [quartzine, calcédonite (fig. 1, page 124), lutécite, pseudocalcédonite], constitue parfois tout le spécimen, mais on trouve fréquemment des alternances maintes fois répétées des divers types, une zone étant par exemple constituée par de la calcédonite et la suivante par de la quartzine, puis par une nouvelle zone de calcédonite et ainsi de suite (fig. 3, page 131).

D'autres calcédoines au contraire, ne présentent pas de structure interne régulière ; elles sont constituées par des rosettes ou des sphérolites de l'un ou de l'autre des types quartzeux fibreux (fig. 1, page 159) ou par le mélange en proportion quelconque et sans ordre de plusieurs d'entre eux, souvent accompagnés de quartz.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La calcédoine de même que toutes ses variétés est, comme je l'ai dit plus haut, uniquement d'origine aqueuse et s'est produite par

voie de concrétion et par cristallisation effectuée aux dépens de silice primitivement déposée sous forme d'opale. Elle ne se trouve donc dans aucune roche éruptive, cristallophyllienne ou métamorphique (de contact ou dynamométamorphique) en tant qu'élément d'origine primaire ; c'est au contraire un type de minéral formé par voie secondaire dans toutes les roches possibles.

Je l'étudierai seulement dans les conditions suivantes, considérées dans des paragraphes distincts uniquement pour la facilité des recherches :

1° Dans les roches éruptives.

2° Dans les filons de quartz.

3° Dans les sources thermales.

4° Dans les roches sédimentaires.

Ses gisements sont extrêmement nombreux, je me suis attaché à ne citer que les localités dont j'ai pu examiner des échantillons.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

La calcédoine se rencontre dans les fentes de beaucoup de roches éruptives : granites, diorites et plus rarement serpentines ; elle forme des enduits mamelonnés parfois translucides, gris, jaunes ou rougeâtres généralement peu intéressants.

J'indique seulement, comme exemple, la Chapelle du Planté en Quilly (*Loire-Inférieure*) où M. Baret signale de beaux échantillons de calcédoine au milieu de la serpentine, ainsi que dans l'*Ariège*, le Tuc de Coumes près Castillon, et l'Escourgeat en Suc où la calcédoine se trouve dans les fentes de la serpentine de lherzolite, recouvrant des cristaux de quartz (L'Escourgeat) ou associée à des mamelons de hyalite (Tuc de Coumes) (calcédonite).

Les petits solides tétraédriques que M. Wallerant considère comme représentant la forme de la quartzine se trouvent à la surface des cristaux de quartz d'une granulite des Aubiers (*Vendée*).

a) *Dans les roches volcaniques.*

La calcédoine est un des minéraux secondaires fréquents comme produit d'altération de roches éruptives basiques et particulièrement de celles de la famille des basaltes. C'est ce genre de gisement qui fournit les plus belles agates et les onyx les plus renommés. Ces variétés de calcédoine (généralement calcédonite) tapissent des

géodes à l'intérieur desquelles se trouvent souvent des pointements de quartz hyalin ou améthyste. Elles limitent parfois des cavités closes remplies d'eau (*enhydres*).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La calcédoine en beaux échantillons n'est pas fréquente dans les basaltes auvergnats, on peut la citer toutefois dans celui du cap de Prudelles.

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a signalé des concrétions de calcédoine (calcédonite à enroulement, et quartzine) associées au quartz, dans les andésites à hornblende du volcan de Tifarouine près Lourmel.

Alger. Des géodes d'agate zonée d'un blanc laiteux, renfermant des cristaux de quartz, se trouvent dans les basaltes de la rive gauche de l'Oued Fedjena, près Zurich, etc.

Côte des Somalis. — De grandes et belles géodes de calcédoine et d'agate de différentes nuances (calcédonite), généralement tapissées à l'intérieur par du quartz, se rencontrent en très grande abondance dans les basaltes et surtout dans les rhyolites sodiques rencontrées le long du chemin de fer de Djibouti à Harrar (notamment entre les kilomètres 37 et 90 et dans tous les ravins qui aboutissent au chemin de fer), ainsi qu'à l'île de Doumeïra.

Madagascar. — De belles géodes de calcédoine, souvent intérieurement tapissées de cristaux de quartz, se rencontrent dans les basaltes de nombreux gisements de Madagascar. Il faut citer notamment les enhydres d'Atongodrahoja à environ 180 kilomètres N. N. O. de Tananarive (avec belles géodes de quartz), les onyx, la calcédoine verte et les jaspes de couleur variée de la presqu'île de Radama ; les roches basaltiques des petites îles de Berofia, Ambariovaliha, Kalakajoro et Antanifaly sont également très riches en vacuoles remplies par du quartz, des onyx, de la calcédoine verte ou brune et enfin par de la calcite. Les échantillons que j'ai étudiés sont formés par de la calcédonite.

Kerguelen. — De très belles géodes de calcédoine blanche ou grise, translucide à surface mamelonnée, luisante et stalactiforme abondent dans les roches volcaniques basiques altérées des îles Kerguelen et fournissent de beaux échantillons de collection (*calcédonite*).

Guadeloupe et Martinique. — De magnifiques géodes et blocs de calcédoine blonde, translucide, se trouvent à la Guadeloupe et sur-

tout à la Martinique, quartier Sainte-Anne ; je n'en ai jamais vu adhérant à une gangue, mais il me paraît probable qu'elles sont en relation plus ou moins directe avec les roches volcaniques basiques voisines, bien que je n'en aie pas la preuve. Elles se trouvent dans la même région que les bois silicifiés et les opales jaspeuses dont il est question plus loin. Elles sont parfois associées à du quartz hyalin en courts pointements et sont constituées par de la calcédonite (fig. 1, p. 124) et de la pseudocalcédonite.

2° *Dans les filons de quartz.*

La calcédoine, ainsi que ses diverses variétés, se rencontre avec le quartz, comme gangue de quelques filons métallifères ; sous forme d'agate plus ou moins pure, elle se trouve dans un grand nombre de filons ou filonnets de concrétion traversant les roches les plus diverses, elle y est souvent associée à du jaspe. C'est par le démantellement de ces filons que les blocs d'agate se rencontrent si souvent dans les formations détritiques, dans les terres labourées d'un grand nombre de localités et il est peu de collections minéralogiques locales qui n'en renferment des séries parfois intéressantes.

Je citerai les gisements suivants dont j'ai étudié la calcédoine compacte ou concrétionnée.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La calcédoine mélangée au quartz est l'une des gangues des filons de blende de Châtelaudren ; elle est souvent colorée en jaune ou en rougeâtre, très nettement concrétionnée et mélangée de quartz cristallin. J'y ai observé des associations de quartzine, de calcédonite, avec ou sans enroulement, et enfin, de pseudocalcédonite. Dans le même gisement se trouve du jaspe rouge sanguin.

Morbihan. La calcédoine concrétionnée, mamelonnée et stalactiforme, était abondante dans les filons de galène de Saint-Maudez (quartzine et calcédonite en couches alternantes). On la rencontrait aussi, plus rarement toutefois, en incrustations sur le quartz du filon de cassitérite de La Villeder ; elle encapuchonne les cristaux de quartz du filon de Saint-Gravé.

Loire-Inférieure. Environs de Nantes, Vertou, la Haie Fouassière, etc.

Plateau Central. — *Corrèze*. La calcédoine en gouttelettes abonde dans le filon de quartz de Paillerés à la Porcherie près de Bertranger ; elle est mélangée au quartz dans celui de Morterolles (Barret, *Géol. du Limousin*, 114).

Puy-de-Dôme. La calcédoine accompagne le quartz cristallisé dans quelques filons du Puy-de-Dôme et notamment près du hameau de Chalard au-dessus de Saint-Julien de Copel, à la côte des Pompes près Varennes sur la route du Mont-Dore ; on la trouve dans quelques filons d'améthyste où elle forme des enduits ou des encapuchonnements sur les cristaux de ce minéral (calcédonite et quartzine).

Alpes. — *Isère*. La gangue de la blende des filons de la Poype est en partie constituée par de la calcédoine jaune ou rougeâtre mamelonnée ressemblant beaucoup à celle de Châtelaudren (calcédonite, avec ou sans enroulement et pseudocalcédonite, mélangée à du quartz).

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. C'est à une véritable formation de sources thermales qu'il y a lieu de rapporter la production de belles gouttelettes de calcédoine, d'un gris de perle ou bleuâtres, qui accompagnent le bitume, exploité dans les fentes des pépérites d'un grand nombre de localités de la Limagne. Ces gouttelettes de calcédoine sont constituées par des fibres de calcédonite, parfois de quartzine, recouvertes par une zone de lussatite (voir plus loin) imbibée d'opale. Elles sont souvent accompagnées de cristaux de quartz qui, tantôt forment des groupements distincts de la calcédoine et tantôt au contraire viennent s'implanter à la périphérie de ses mamelons. Leurs angles et leurs faces sont parfois arrondis, recouverts par des fibres de calcédonite, puis de lussatite. A la mine des Roys, la calcédoine orbiculaire épigénise des fossiles (notamment *Helix Ramondi*) qui dans d'autres cas, sont en partie transformés en bitume. M. P. Gautier auquel je dois l'échantillon représenté par la fig. 3, page 148 m'a signalé que ces fossiles sont parfois réunis les uns aux autres par des traînées de gouttelettes de calcédoine et de bitume.



Fig. 3.
Gouttes de calcédoine et cristaux de quartz, recouverts de lussatite, sur pépérite de Pont du Château. (*Photographie un peu réduite.*)

Le gisement qui a fourni jadis les magnifiques échantillons de calcédoine en gouttes et de quartz recouverts de lussatite de la collection

du Muséum est Pont-du-Château. On en a rencontrés d'analogues dans beaucoup d'autres gisements, dont les principaux sont les suivants : Lussat, Puy de la Poix (ou de la Pège) près de Clermont, Puy de Crouël, Puy de la Sau (du Sel), Puy de la Roche et Puy de Cornonet près de Cournon, Puy Long près Lempdes, Château-Gay, et enfin Malintrat ; dans ce dernier gisement, la calcédoine est implantée plus souvent sur le bitume que sur les pépérites ; elle est fréquemment accompagnée de pyrite.

La calcédoine se trouve aussi dans les pépérites sous la forme habituelle de géodes à surface mamelonnée.

Pyrénées. — *Pyrénées Orientales*. La calcédoine a été observée aux griffons de la source thermale d'Olette.

Vosges. — *Vosges*. M. Daubrée a rencontré des enduits jaunes, translucides de calcédoine dans les fentes des briques romaines des thermes de Plombières.

4° *Dans les formations sédimentaires.*

La calcédoine se rencontre en très grande abondance dans les terrains sédimentaires, elle y constitue surtout l'un des principaux éléments microscopiques des silex (voir page 149) et parfois tapisse de ses beaux mamelons arrondis ou stalactiformes les cavités de ceux-ci. Elle forme aussi des gouttelettes, des orbicules, des enduits dans les fentes des roches sédimentaires elles-mêmes et enfin épigénise des oolites ou des fossiles ; je considérerai ce dernier cas à part.

Bien que la calcédoine se rencontre à peu près dans tous les terrains, ce n'est que dans les assises secondaires et tertiaires qu'elle joue un rôle véritablement important.

a) *Sous forme de concrétion ou d'épigénies.*

α) Dans les assises secondaires.

Trias.

Corbières. — *Hérault*. Des orbicules de calcédoine semblables à ceux d'Aulon, représentés par les figures 5 à 7, se trouvent dans le trias gypseux de Cazouls-les-Béziers. Ils sont essentiellement constitués par de la quartzine.

Cévennes. — *Gard* et *Ardèche*. On a vu page 111 que les marnes irisées d'Alzon et de Seynes près les Vans, renferment de grosses géodes de calcédoine, tapissées de cristaux de quartz et parfois (les Vans) remplies par de la blende : cette calcédoine est formée par de la quartzine et plus rarement par de la calcédonite à enroulement.

Jurassique.

Poitou. — *Vienne*. Je dois à M. Boreau un curieux échantillon de calcédoine (calcédonite) bleuâtre, recouvrant des cristaux de calcite qui tapissent les cavités d'un calcaire jurassique d'Availles.

Saintonge. — *Charente-Inférieure*. On trouve la calcédoine dans le jurassique de Saint-Laurent de Céris et dans de nombreuses localités du canton de Saint-Claud en très beaux échantillons mamelonnés (calcédonite à enroulement).

Charente. Elle se présente en gouttelettes (*calcédonite*), avec quartz hyalin bipyramidé, dans les argiles liasiques de Roumazières.

Berri. — *Cher*. Les calcaires oolitiques bathoniens de la Selle Bruère près Saint-Amand, sont transformés en produits siliceux constitués par un mélange de quartz finement grenu et de pseudocalcédonite fibreuse. La fig. 2, page 160, représente une lame mince d'un de ces calcaires silicifiés.

Madagascar. — La calcédoine paraît être très fréquente dans les calcaires jurassiques de Madagascar, si j'en juge par les nombreux échantillons rapportés par les voyageurs, malheureusement sans renseignements précis sur leur gisement. Je ferai toutefois une exception pour des échantillons qui m'ont été communiqués par le capitaine de Bovie. Ils abondent sur les bords de la Sofia (côte N. O.) depuis Ambodoungo, jusqu'à Port-Bergé sur le Bemarivo et aux alentours d'Amparaly, au Sud-Est de ce dernier poste, ainsi que sur le plateau d'Anketsa. La calcédoine, seule ou associée au quartz cristallisé, remplit les cavités de calcaires. Cette calcédoine forme aussi des concrétions stalactiformes et botroïdes très grêles, ayant la forme de racines ligamenteuses contournées (Port-Bergé) et s'appuyant sur un noyau central d'opale. Tantôt cette calcédoine est homogène, blanche et translucide, tantôt elle est constituée par des zones concentriques riches en opale ; elle est fréquemment aussi patinée et se transforme en passyite pulvérulente.

Il me semble probable que l'on trouvera dans cette région de beaux échantillons d'onyx. L'élément cristallin de ces calcédoines est surtout la calcédonite à enroulement, avec parfois de la pseudocalcédonite.

Crétacé et argile à silex.

La calcédoine est extrêmement abondante dans tous les niveaux à silex (voir plus loin) du crétacé et notamment dans ceux du cénomanien et surtout du sénonien ; elle tapisse les cavités des silex de ses mamelons ou de ses stalactites : sa couleur est généralement pâle, grise, bleuâtre ou blonde ; elle est translucide, mais prend souvent à l'air une patine blanche opaque due à la dissolution partielle de son opale. Elle abonde aussi dans l'argile à silex qui dans quelques régions a été formée aux dépens des assises crétacées.

Je ne citerai que quelques gisements caractéristiques dont j'ai étudié des échantillons. Ils se montrent au microscope, constitués par des fibres de calcédonite, parfois mélangées à des fibres de quartzine et à du quartz.

Normandie. — *Seine-Inférieure.* Saint-Valéry-en-Caux, Cap de la Hève, Neufchâtel (cénomanien), Saint-Jouin (turonien), Rouen, Fécamp (sénonien), etc.

Orne. La collection du Muséum renferme des échantillons d'un très beau sardonyx dont les couches sont brunes (sardoine) ou blanches translucides (quartzine, calcédonite et pseudocalcédonite) ; ils sont indiqués comme provenant des fentes d'un grès de Saint-Hilaire-de-Noyers en Nocé, à l'Est de Bellème ; il s'agit probablement de la glauconie sableuse constituant le sol de cette localité que je n'ai pas visitée personnellement.

Région parisienne. — *Seine.* Meudon (sénonien).

Seine-et-Oise. Mantes, Laroche-Guyon (sénonien).

Marne. Beauvais, Saint-Romain près Fismes (sénonien), beaux rognons stalactiformes recouvrant un axe de quartz.

Bourgogne. — *Yonne.* Sens (sénonien).

Saône-et-Loire. La calcédoine en géodes mamelonnées abonde dans l'argile à silex du Chalonnais et du Mâconnais (la Grisière en Flacé-lès-Mâcon, Chevagny, etc.) formée par le remaniement à l'époque tertiaire de dépôts crétacés.

Dans une des carrières de la Grisière, j'ai recueilli à la surface des blocs de grès englobés dans l'argile à silex, de très beaux échantillons

de calcédoine, parfois presque transparente, jaune ou bleuâtre qui forme de grosses gouttes ou de larges et épais enduits à bords relevés en bourrelets et fréquemment terminés par des groupements en éventail de cristaux hyalins de quartz. Cette calcédoine est remarquablement pure et constituée par des fibres de calcédonite dont il est facile d'étudier les propriétés optiques (fig. 2, page 125) ; elles alternent parfois avec des zones fibreuses de quartzine (fig. 3, page 131).



Fig. 4.
Calcédoine mamelonnée de Saint-Innocent-en-Brison (*Savoie*). (*Photographie un peu réduite.*)

Jura. — *Jura.* Saint-Julien (crétacé supérieur), Cinquétral (néocomien).

Bassin de la Loire. — *Loir-et-Cher.* Château du Loir. Montaire (cénomanien).

Indre-et-Loire. Grand-Pressigny (turonien).

Alpes. — *Savoie.* La figure 4 reproduit la photographie d'une stalactite de calcédoine provenant de l'urgonien de Saint-Innocent en Brison, sur le bord du lac du Bourget (calcédonite).

Charente-Inférieure. Cognac (santonien), avec quartz (calcédonite).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les marnes sénoniennes et daniennes de Montsaunès (dans carrières et terres cultivées au pied du Pech), de la métairie de Vignoles entre Propiary et Cazeneuve, d'Aulon près d'Aurignac et d'Auzas renferment de très jolis orbicules de calcédoine translucide, libres ou accolés. Leur surface et polie et cireuse (fig. 5 et 6), alors que dans d'autres cas, elle est, complètement ou partiellement, hérissée de petits pointements de cristaux de quartz hyalin (fig. 7).



Fig. 5 à 7.
Orbicules de calcédoine d'Aulon près Aurignac (*Haute-Garonne*). (*Photographie un peu réduite.*)

L'examen microscopique fait voir que la calcédoine de ces gisements est essentiellement constituée par de la quartzine, à laquelle est plus rarement associée de la calcédonite à enroulement. Les groupements ternaires de la quartzine conduisant au quartz sont particulièrement nets dans les échantillons de Propiary (voir page 122, fig. 1).

β) Dans les assises tertiaires.

La calcédoine est très abondante dans les terrains tertiaires, au milieu des assises ayant subi des phénomènes de décalcification ou de dégypsification; tous les types de fibres (quartzine, lutécite et calcédonite) s'y rencontrent : c'est même le gisement presque exclusif de la lutécite. On verra plus loin que les *meulières* sont des roches formées par du quartz, de la quartzine, et de la calcédonite : on trouve souvent dans leurs cavités des mamelons de calcédoine, mais qui ne fournissent que de médiocres échantillons.

Bassin de Paris. — Des nodules de quartz généralement creux et tapissés intérieurement de calcédoine mamelonnée ou stalactiforme abondent dans les sables de Cuise (Cuise-la-Motte), Noyon (*Oise*), etc. Les fibres sont constituées par de la calcédonite ou par de la quartzine. C'est dans des échantillons de ce genre de gisement que M. Wallerant a étudié les relations du quartz et de la quartzine dont il a été question plus haut.

Mais les plus remarquables gisements de calcédoine que l'on rencontre dans cette région sont ceux qui sont liés d'une façon intime au gypse. La calcédoine y constitue souvent tout ou partie de pseudomorphoses de cristaux lenticulaires ou de véritables lits de gypse en roche. Ces pseudomorphoses sont particulièrement abondantes dans le lutétien supérieur (caillasses); elles sont limitées au bord des vallées, et ont été produites par un phénomène de substitution récent, se continuant probablement encore, qui sera étudié plus en détail à la description du gypse. Des pseudomorphoses analogues se trouvent à divers niveaux du bartonien (calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp) et enfin dans le ludien.

Ces pseudomorphoses siliceuses du gypse ont été découvertes en 1780 par Pasumot, au château de la Muette, à Passy; ce sont elles qui constituent le *quartz grenu en cristaux lenticulaires* des anciens auteurs. Leur véritable nature pseudomorphique, pressentie par Pasumot, a été définitivement établie par Haüy. Depuis lors, elles ont été bien souvent décrites; elles ont été l'objet d'un plus récent mémoire de MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas (*B. S. M.* XV. 159. 1892) qui en ont fait la première étude microscopique et y ont trouvé le type de leur *lutécite*.

La calcédoine du lutétien est constituée, suivant les échantillons ou suivant les localités, par de la *calcédonite*, de la *quartzine* ou enfin par de la *lutécite*, seules ou associées entre elles ou avec du quartz. Elle forme des masses concrétionnées, sert de ciment à des cristaux de quartz ou enfin, recouvre des cristaux bipyramidés de ce minéral d'une croûte fibreuse qui arrondit leurs angles et leurs faces. Elle constitue aussi des orbicules plus ou moins réguliers, se terminant fréquemment à leur périphérie par des cristaux de quartz. Dans les pseudomorphoses de lits entiers de gypse, ces produits siliceux sont associés à de la calcite en rhomboèdres inverses d'un jaune pâle qui, dans quelques gisements, sont accompagnés de petits cubes de fluorine ou de cristaux microscopiques de célestite.

Les pseudomorphoses des lentilles de gypse ne sont pas toujours entièrement constituées par des produits siliceux. Quand il en est ainsi, cependant, elles ont une surface extérieure lisse et régulière (Passy), et sont formées par de la lutécite; le plus souvent, les minéraux siliceux constituent des lames noyées dans de la calcite qu'il faut enlever à l'aide d'un acide, quand on veut les étudier.

Il n'est pas possible de préciser les conditions dans lesquelles les produits siliceux sont exclusivement constitués par du quartz (fondations des abattoirs de Vaugirard) ou au contraire par de la lutécite (certains points de Vanves, de la Glacière, de Clamart, de Passy). Dans ces dernières localités, après traitement par un acide, apparaissent des géodes dans lesquelles les cristaux de lutécite sont groupés en grand nombre, souvent orientés de la même façon. Ils sont assez rarement distincts (fig. 1 à 5).

J'ai observé de délicates stalactites de calcédoine à Neuilly; elles sont presque transparentes, constituées par des fibres de calcédonite. Leur diamètre est de quelques millimètres seulement; elles ont parfois à leur centre un cristal de calcite dont l'axe vertical est parallèle à leur allongement : de très belles gouttelettes de calcédoine ont été trouvées autrefois dans les tranchées du chemin de fer de Bellevue.

Enfin, j'ai rencontré la pseudocalcédonite comme élément essentiel de calcédoine en plaquettes mamelonnées, translucides, trouvées dans les fondations du Val-de-Grâce à Paris. Ce minéral y est associé à des rosettes de cristaux bipyramidés de quartz avec lesquels il ne présente aucune relation géométrique.

J'ai décrit antérieurement de très curieuses pseudomorphoses de

gypse, occupant le centre de rognons de ménilite du bartonien (calcaire de Saint-Ouen) de la plaine Monceau à Paris. Ce sont des cavités ayant la forme de lentilles du gypse, maclées suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), au milieu desquelles se dressent des lames blanches, translucides, parallèles aux faces g^1 (010) et e^1 (011) de ce minéral. Ces lames sont constituées par un mélange d'opale, de calcédonite et de lutécite. L'opale est en globules, accolés ou entourés par des sphérolites de calcédonite ou enfin alternant avec ceux-ci. La lutécite se présente en cristaux dont l'axe pseudosénaire est perpendiculaire au plan des lames qui les supportent. Ils sont parfois très nombreux, pressés les uns contre les autres et recouverts par des fibres de calcédonite.

Dans le parc de Saint-Cloud, se rencontrent aussi des pseudomorphoses de gypse, enveloppées dans de la ménilite ou dans une marne opalisée ; mais au lieu d'être creuses et de dépasser 10 cm. de plus grande dimension, comme les précédentes, elles sont pleines et n'ont que quelques millimètres ou quelques centimètres de dimension maximum. Elles renferment parfois encore un peu de gypse non transformé et l'on voit que la lutécite, qui les constitue exclusivement, forme une série de cristaux pressés les uns contre les autres, dont l'axe vertical est parallèle à celui du gypse. La lutécite en petits cristaux microscopiques distincts est aussi distribuée d'une façon régulière dans le plan de schistosité de la ménilite du même gisement ; leur axe vertical est perpendiculaire à ce plan.

La lutécite est beaucoup moins abondante dans le ludien. Elle constitue cependant avec de la quartzine, de la calcédonite et du quartz les nodules siliceux, à contours incertains que l'on trouve dans le gypse exploité dans la région parisienne et qui proviennent de la silicification imparfaite de celui-ci.

J'ai recueilli dans les marnes à ménilite de Sannois, un groupe de lentilles de gypse entièrement transformées en lutécite et identiques comme structure, aux pseudomorphoses du lutétien de Passy.

Les calcaires de Champigny dont il sera question à l'opale, renferment des calcédoines stratiformes, véritable onyx et sardonyx, à couches alternativement blanches, d'un gris noir ou blondes. On a pu au commencement du siècle, les utiliser comme camées. Le graveur sur pierre, Jeuffroy, a sculpté, notamment avec cette pierre, un camée ovale (représentant la princesse Charlotte de Bénévent), remarquable par ses grandes dimensions (5 cm. sur 4 cm.).

Berri. — *Indre.* Jusqu'à présent la *lutécite* n'est guère connue que dans les pseudomorphoses de gypse. Je l'ai néanmoins trouvée comme élément constitutif d'une sardoine stalactiforme d'un brun un peu rougeâtre, très translucide de Blizon en Rosnay qui, d'après la constitution géologique de cette région, doit provenir de l'oligocène (sidérolitique).

b) *Sous forme d'épigénies organiques.*

Les produits siliceux microcristallins ne se rencontrent pas seulement sous la forme décrite plus haut, ils épigénisent parfois des couches entières de sédiments calcaires. Il est aussi assez fréquent de constater dans les calcaires que la silicification s'est localisée, qu'elle s'est effectuée presque exclusivement aux dépens du test des fossiles (mollusques, brachiopodes, etc.) [bajocien (ciret) du Mont d'Or lyonnais] [1]. La structure cristalline de la calcite et de l'aragonite constituant ceux-ci est probablement cause de cette élection de la silice. Cette silicification a un grand intérêt pour les paléontologistes, car elle permet, par l'action des acides, d'isoler les fossiles et d'obtenir ceux-ci avec l'apparence qu'ils ont à l'état vivant; c'est ainsi que les bras internes des brachiopodes peuvent être préparés avec la plus grande facilité [térébratules bajociennes de Saint-Sorlin (*Saône-et-Loire*, etc)].

Très fréquemment, les fossiles ainsi silicifiés n'ont pas une surface lisse; ils sont recouverts de petites lentilles composées de bourrelets plus ou moins régulièrement concentriques, séparés les uns des autres par des dépressions. A. Brongniart les a décrits sous le nom d'*orbicules siliceux* (*Ann. sc. nat.* XXIII. 161. 1831); il a montré leur véritable nature et fait leur historique : ils avaient été considérés au siècle précédent comme des organismes. La fig. 3 est la reproduction de la photographie de gryphées d'Alais et du Salève entièrement constituées par cette variété de calcédoine.

Cette calcédoine orbiculaire est identique à celle qui constitue des épigénies de blocs de calcaire du Devonshire et que l'on a appelée *beekite* (beckite de Dufrénoy).

Voici quelques gisements particulièrement remarquables par la netteté de leurs orbicules avec l'indication de la nature des fossiles épigénisés; les fibres siliceuses qui les constituent sont constituées par de la calcédonite ou par de la quartzine souvent associées :

1. Pour les bois fossiles, voir page 154.

Lias : Sauvages près Alais (*Gard*) (belemnites), Alais (gryphées); Castellane (*Basses-Alpes*) ; Mézières (*Ardennes*) (ammonites); près Aromanches (*Calvados*) (pinnes).

Jurassique moyen et supérieur : Puyseux (nérinées), environs de Sedan (*Ardennes*) (limes); Salève (*Haute-Savoie*) (gryphées); Potigny près Falaise (*Calvados*) (pectens); environs de Besançon (*Doubs*) (térébratules).

Crétacé (*cénomanien et turonien*) *:* Jonzac (micraster brevis), Fouras près la Rochelle, Saintes (huîtres), Ile d'Aix (*Charente-Inférieure*) (sphérulites et caprines, ces fossiles sont souvent transformés en quartz fibreux); Barbezieux (*Charente*), (calcédoine orbiculaire à l'extérieur et mamelonée à l'intérieur de sphœrulites); Brantôme, Nontron (*Dordogne*) (huîtres); Suze près le Mans (*Sarthe*); Cap de la Hève près le Havre (*Seine-Inférieure*) (pectens).



Fig. 3.
Gryphées des environs d'Alais (*Gard*) et du Salève (*Haute-Savoie*) transformés en orbicules calcédonieux. (*Photographie, grandeur naturelle.*)



Fig. 4.
Helix Ramondi des pépérites de Pont-du-Château (*Puy-de-Dôme*) transformé en calcédoine orbiculaire (calcédonite et quartz) et recouvert de lussatite. (*Photographie, grandeur naturelle.*) Les parties noires sont constituées par du bitume.

Oligocène. Pont du Château (*Puy-de-Dôme*) (hélix Ramondi). Ces fossiles, dont la fig. 4 réprésente un spécimen, ont été déjà signalés page 139; ils sont constitués par de la quartzine et de la calcédonite, recouvertes de lussatite.

Roches quartzeuses.

Je désigne, sous cette rubrique, une série d'accidents minéralogiques ou de véritables roches que le microscope montre essentiellement con-

stitués par des produits siliceux cryptocristallins. Ils se différencient de la calcédoine par l'absence de structure extérieure régulière, constante. Ces roches se distinguent bien par leur composition et leur origine, à la fois des roches quartzeuses clastiques (grès, étudiés page 102) et des roches siliceuses dont l'opale est l'élément essentiel. (Voir à *opale*).

1° *Silex.*

Le type du silex [1] doit être choisi dans les assises crétacées où il forme des rognons à forme bizarre, englobant souvent des fossiles microscopiques ou macroscopiques. Les silex se séparent bien de la craie qui les enveloppe [2]. Ils sont durs, rayent le verre, font feu au briquet (*silex pyromaque*, *pierre à fusil*); ils sont sonores. La cassure est conchoïdale et unie, parfois conique (fig. 77, page 104), les esquilles sont transparentes ou translucides sur les bords. La coloration des silex est variable, mais en général constante dans un gisement donné, jaune, blonde ou noire. Les rognons sont d'ordinaire recouverts d'une croûte blanche, constituée par de la craie, adhérente à leur masse.

Les silex ont été originellement constitués par de l'opale et formés par un mécanisme qui sera discuté plus loin. Actuellement, l'opale ne joue plus dans leur constitution qu'un rôle subordonné, par suite d'un travail moléculaire qui d'ordinaire n'est pas achevé; dans la plupart des cas, elle s'est déshydratée et s'est transformée en produits cristallisés. La diminution de volume qui en est résultée a souvent déterminé la production de cavités que tapissent des cristaux de quartz ou des mamelons de calcédoine (voir page 142). L'examen microscopique fait voir que le degré de cristallinité des silex d'une même localité n'est pas constant. Les échantillons varient au point de vue des pro-

1. Les anciens auteurs donnaient le nom de *silex corné* à des roches siliceuses d'une toute autre origine et structure. Ce sont des roches de couleur variée, à cassure plate : elles sont essentiellement constituées par du quartz grenu; elles forment la gangue de filons métalliques divers : Huelgoat (*Finistère*), Estressin (*Loire*), La Poype (*Vienne*) ou encore proviennent de l'épigénie de lits gypseux par du quartz, de la lutécite, etc. (voir page 146) : Saint-Cloud (bartonien), Montmartre (dans le gypse ludien).

2. Les silex des gaizes (voir à *opale*), n'ont cependant pas de contours nets et passent à la roche ambiante par des transitions insensibles (Voir note page 152)

portions relatives de l'opale et des produits cristallisés; ceux-ci varient eux-mêmes en grosseur et en nature : ce sont des grains de quartz, des fibres ou des sphérolites de quartzine, de calcédonite, etc. Les débris organiques (spicules d'éponges, etc.), y sont parfois abondants et d'ordinaire silicifiés.

La proportion plus ou moins grande d'opale se trahit dans les échantillons exposés à l'air par la production d'une patine blanche, opaque, (silex taillés des stations préhistoriques) ; on a vu plus haut qu'elle est due à la dissolution de l'opale par les eaux atmosphériques. Quand celle-ci est suffisamment abondante, sa disparition transforme le silex en masses poreuses se coupant au couteau et s'émiettant sous les doigts. J'ai fait voir plus haut que cette substance (*passyite*) est constituée par tous les éléments cristallisés du silex mis en liberté. Il ne faut pas confondre du reste cette patine d'altération, à cassure lisse, avec les croûtes blanches, raboteuses, riches en calcite qui s'observent normalement au contact des rognons de silex et de la craie qui les renferme.

C'est à l'existence de l'opale qu'il faut attribuer la différence de dureté des silex au sortir de leur gisement ou longtemps après leur extraction. Quand les silex étaient employés comme *pierre à fusil*, on avait toujours soin de les tailler au sortir même de la carrière; il semble même que les silex replacés dans l'humidité soient susceptibles de reprendre à la longue leur eau de carrière, leur opale fonctionnant comme hydrophane. On a cité, en effet (*B. S. M.* III. 110, 1880), des silex taillés, trouvés dans des fouilles d'un tumulus préhistorique à Kergourognon en Prat (*Côtes-du-Nord*), qui, au moment de l'ouverture de celui-ci, se brisaient sous la pression du doigt, alors qu'après quelques heures d'extraction, ils avaient repris leur dureté normale.

L'origine des silex a été longtemps discutée et l'est encore ; on les a considérés comme contemporains des couches qui les renferment; les dragages de mers profondes ont montré qu'actuellement, nulle part dans les océans, ne se forment par sédimentation des roches de ce genre, aussi n'est-il pas probable qu'ils se soient produits dans le fond de la mer crétacée.

De nombreux arguments, au contraire, doivent faire considérer les silex comme de formation postérieure aux sédiments qui les renferment. Quelques auteurs cependant sont disposés à admettre une opinion intermédiaire entre ces deux hypothèses opposées.

Quoi qu'il en soit de l'âge de leur formation, il est évident que les silex résultent de la concentration dans des points favorables (souvent autour de débris organiques, mais pas toujours) de la silice soluble, régulièrement distribuée dans les sédiments sous forme de spicules d'éponges, de carapaces de radiolaires ou de diatomées ; ces restes organiques sont normalement constitués par de l'opale et c'est à cet état qu'on les trouve dans les couches dépourvues de silex, alors qu'au contraire, ils sont transformés en calcite secondaire dans les couches renfermant des silex.

Il est nécessaire qu'une craie soit originellement riche en spicules siliceux, pour qu'il s'y produise des silex, mais la réciproque n'est pas toujours vraie.

Les silex sont d'ordinaire disposés suivant les plans de la stratification, mais souvent aussi on les voit remplir des fentes obliques ou normales à la schistosité ; ils épigénisent fréquemment des fossiles (oursins, spongiaires, etc.).

La formation des silex ne s'est pas toujours faite en un seul temps. M. Cayeux (*Mém. Soc. géol. Nord.* IV. 362. 1897) a décrit des silex de la craie à *Inoceramus labiatus* de la vallée du Cher (Fortaveau) formés de deux parties, l'une centrale à composition normale, l'autre extérieure jaune, constituée par une épigénie progressive de la craie ambiante par des produits siliceux.

Les silex sont parfois brisés et ressoudés par des cristaux de quartz [Snefontaine près Beauvais (*Oise*), etc.]. A Meudon, près Paris, leurs fentes sont quelquefois tapissées de cristaux de célestite provenant d'infiltrations *per descensum*.

Il ne me paraît pas utile de donner ici des listes de gisements de silex crétacés, je renvoie pour cela aux cartes géologiques. Mais je rappellerai que dans plusieurs régions françaises et notamment sur la bordure méridionale et occidentale du bassin de Paris (environs de Chartres, Châteaudun), le Berri, le Mâconnais, etc., on trouve, à la base de l'éocène, une formation désignée sous le nom d'*argile à silex*, dans laquelle, au milieu d'une argile plus ou moins siliceuse, abondent des silex et des fossiles silicifiés non roulés du crétacé. Je citerai en terminant quelques-uns des centres de l'ancienne industrie des pierres à fusil : *Loir-et-Cher* (Meusnes, Couffi), *Indre* (Lye), *Yonne* (Cérilly), *Seine-et-Oise* (Laroche-Guyon), etc., sans parler des très nombreux ateliers préhistoriques : Solutré (*Saône-et-Loire*), Grand-Pressigny

(*Indre-et-Loire*), Chelles (*Seine-et-Marne*), La Madeleine (*Dordogne*), etc., situés au voisinage de gisements en place de silex.

Les silex ne sont pas spéciaux aux terrains crétacés, on en retrouve dans les assises tertiaires, notamment dans le bassin de Paris, mais ils sont généralement moins quartzifiés [1] et souvent entièrement constitués encore par de l'opale (voir à *opale*).

Inversement, dans les terrains plus anciens, la quartzification est d'ordinaire plus complète et souvent totale, comme cela a lieu dans les silex jurassiques [2] (*chailles* du callovien de la Meuse et de la Nièvre par exemple), ou encore dans les silex noirs (phtanites) du calcaire carbonifère. Les silex jurassiques (oxfordiens) du Jura et notamment ceux de l'Abbaye de La Charité près Besançon (*Doubs*), renferment parfois à leur centre du soufre pulvérulent (altération de pyrites).

2° *Meulières.*

On donne dans le bassin de Paris le nom de *meulières* (quartz-meulière), à des roches exclusivement siliceuses, servant comme pierres de construction et utilisées à la fabrication des meules. Ce sont des roches caverneuses, criblées de cavités irrégulières, déchiquetées, comme carriées, séparées les unes des autres par des parois épaisses ou par des membranes extrêmement minces. Ces cavités, parfois tapissées de cristaux de quartz ou de mamelons de calcédoine, sont souvent en partie remplies par de l'argile.

Les meulières se trouvent à deux niveaux distincts de l'oligocène, dans le *sannoisien* (calcaire de Brie) : La Ferté-sous-Jouarre (fabriques de meules), Plateau de Brie, Champigny, Lagny, Melun (*Seine-et-Marne*) et dans l'*aquitanien* : (meulière de Montmorency, du niveau des calcaires de Beauce, Montmorency, Longjumeau (*Seine-et-Oise*), Meudon (*Seine*), etc.

1. Dans quelques gisements, cependant, la cristallinité de ces silex tertiaires est très grande : tel est le cas des plaquettes siliceuses de l'oligocène des environs d'Aurillac (*Cantal*) dont la surface est garnie de moules de *potamides*, entièrement transformés en calcédoine (calcédonite) blanche ou jaune, translucide.

2. Ces silex n'ont souvent pas un contact distinct avec le calcaire : ils sont fréquemment très calcaires, consistant en une sorte d'imprégnation siliceuse locale de la roche : ce type de silex qui existe aussi parfois dans la craie est ce que les géologues anglais appellent des *cherts*.

Les meulières résultent de la décalcification de calcaires siliceux lacustres ; elles s'observent uniquement là où ceux-ci, constituant des plateaux, ne sont pas protégés par des sédiments plus récents contre les actions atmosphériques. Elles forment des lits discontinus ou des rognons englobés dans une argile ferrugineuse. On trouve tous les intermédiaires entre la meulière parfaite et le calcaire siliceux. Quelques échantillons de ces meulières se présentent sous la forme de délicates membranes siliceuses offrant l'aspect de champignons (fig. 1).

Au Pré-Saint-Gervais (*Seine*) des meulières forment des tubes fistuleux, souvent ramifiés, hérissés d'aspérités et ressemblant extérieurement à certaines fulgurites.

L'examen microscopique fait voir que les meulières sont, en général, holocristallines et constituées par des grains de quartz, des fibres de calcédonite ou de quartzine, l'un ou l'autre de ces minéraux prédominant suivant les échantillons.

La meulière représentée par la fig. 1 possède en outre la particularité d'avoir ses cavités tapissées de cristaux microscopiques de quartz qui sont criblés de grains ou de cristaux de calcite : parfois ils sont assez nombreux pour offrir, au point de vue de la structure, l'inverse des cristaux pœcilitiques de calcite de Fontainebleau. L'analogie n'existe qu'au point de vue de la structure, car ici, les deux minéraux sont de cristallisation simultanée.



Fig. 1.
Meulière très légère isolée de l'argile qui la renfermait. La Ferté-sous-Jouarre. (*Photographie grandeur naturelle.*)

3° *Jaspes.*

Le nom de *jaspe* est donné à des roches siliceuses, compactes, douées d'une opacité complète, même en esquilles minces. Leur cassure est terne. Les jaspes sont constitués par le mélange de produits quartzeux (quartz, calcédonite, quartzine) à des oxydes de fer ou à des argiles qui le colorent d'une façon variée : en vert, jaune, brun, rouge (*jaspe sanguin*), noir (*lydienne*, *pierre de touche*), etc. Les colorations sont

uniformes (*jaspe uni*), ou disposées suivant des lits parallèles de teinte différente (*jaspe rubané*, *jaspe onyx*) ; certains jaspes sont panachés de couleurs variées, distribuées sans ordre (*jaspe fleuri*) ; d'autres sont mélangés à de l'agate (*jaspe agaté*).

Susceptibles d'un beau poli, les jaspes sont, comme les agates, employés pour la bijouterie et surtout pour l'ornementation quand ils se présentent en grandes masses.

Ils se trouvent dans les mêmes conditions que la calcédoine, soit dans les formations sédimentaires, soit sous forme de filons de concrétion dans lesquels ils sont souvent associés à du quartz cristallisé. Ils présentent fréquemment une structure bréchiforme (jaspe rouge de Saint-Gervais (*Haute-Savoie*), caillou de Rennes [1] (*Ille-et-Vilaine*), etc.).

Beaucoup d'auteurs ont improprement désigné sous le nom de *jaspe* des variétés opaques d'opales, colorées en jaune et en rouge et se trouvant dans certains gisements métallifères ; tel est le cas des soi-disant jaspes manganésifères, associés à la psilomélane de la Dordogne (Nontron, etc.) et de la Charente. Dans tous les échantillons que j'ai examinés, il n'y existe qu'une proportion infime de produits siliceux cristallisés ; la plus grande partie de la roche est constituée par de l'opale. Ces roches ont du reste la cassure brillante et conchoïdale de l'opale et non la cassure terne du véritable jaspe ; ils sont en outre beaucoup moins durs. Il en est de même des soi-disant jaspes rouges de la Martinique.

Très différentes aussi des jaspes, sont les *thermantides* désignées par quelques géologues sous le nom de *jaspe porcelanique*. Elles possèdent une cassure conchoïde, à éclat parfois vitreux, et ont souvent une structure rubanée de couleurs vives (rouges, jaunes, noires) ; elles résultent de la cuisson et de la fusion partielle des roches argiloquartzeuses des formations houillères, sous l'influence des incendies souterrains (Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), etc.) : elles ne présentent pas de produits cristallins néogènes. (Voir tome I *cordiérite*.)

Jaspes xyloïdes. Les anciens minéralogistes appelaient quartz

1. Le caillou de Rennes se rencontre en *blocs*, notamment dans les prairies de la Souche (Pavot. *B. S. M.* XXIII. 150. 1900). C'est un jaspe bréchiforme constitué par des fragments anguleux ou ovoïdes jaunes, reliés par un ciment rouge : dans d'autres échantillons les fragments sont rouges avec un ciment de même couleur mais plus foncé. C'est une jolie pierre d'ornementation, employée au XVIII[e] siècle pour faire de petits objets (tabatières, cachets, etc.)

xyloïde les épigénies de bois en produits siliceux. Celles-ci se rencontrent dans les sédiments d'âge les plus variés. Elles sont constituées parfois par de l'opale, mais le plus grand nombre d'entre elles et particulièrement celles des terrains anciens, sont formées par du quartz, des fibres de calcédonite, de quartzine, seuls ou associés. Leur structure minéralogique n'offre pas en général d'intérêt spécial.

Le très grand intérêt de ces bois silicifiés réside dans la conservation parfaite des plus délicats détails de leur structure histologique originelle, qui peut être étudiée aussi facilement que dans les végétaux vivants. La silicification n'a pas seulement conservé les tiges ; on trouve aussi des graines, des fruits, des inflorescences, etc., silicifiés et souvent englobés au milieu de rognons quartzeux.

Les travaux d'Adolphe Brongniard et ceux de M. Renault ont rendu célèbres à cet égard beaucoup de gisements français. Bien plus, M. Renault a montré récemment l'abondance, au milieu de ces produits silicifiés, de bacilles et de micrococques qui ont été interrompus dans leur travail de destruction de la matière organique et fixés par la silicification.

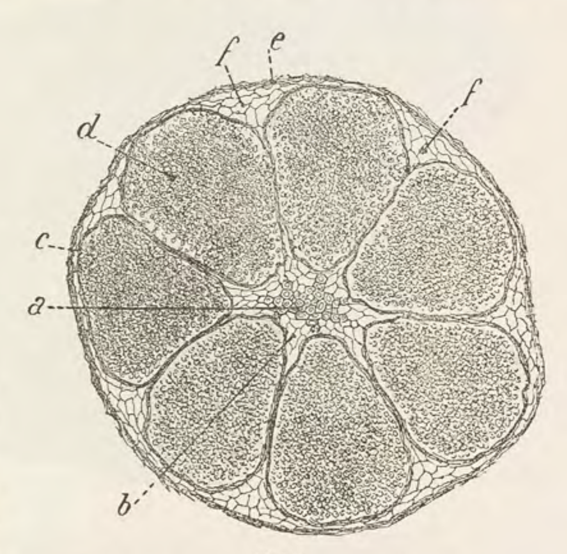


Fig. 1.
Lame mince d'une fructification silicifiée de fougère (*Ptychocarpus unita*) du houiller de Saint-Etienne (*Loire*), (*a*) axe vasculaire du pédicelle entouré par une gaine cellulaire (*b*), *d* spores remplissant un des 7 sporanges, (*f*) tissu cellulaire intercalaire, (*e*) enveloppe externe. (*Lumière naturelle : grossissement de 10 diamètres.*) [1]

Les bois fossiles renferment souvent des produits ferrugineux qui leur donnent de vives couleurs. Ils constituent alors de très belles matières d'ornementation. Ils sont parfois creux et tapissés de cristaux de quartz ou remplis par de la calcédoine (fig. 3).

1. Les fig. 1 à 3 m'ont été communiquées par M. Renault qui a antérieurement décrit les échantillons qu'elles représentent (*Et. gites minér. France.* Bassin houiller d'Autun et d'Épinac, IV, 1886).

Les localités de la France où se rencontrent des gisements de végétaux silicifiés sont assez nombreuses autour du Plateau Central ; les plus remarquables appartiennent aux terrains carbonifère (culm et houiller) et permien.

En s'éloignant du Plateau Central et des régions d'âge contemporain, on rencontre d'autres gisements remontant à des époques plus récentes et contenant des plantes qui se rapprochent de plus et plus par leurs caractères botaniques de celles qui vivent actuellement.



Fig. 2.
Tronc silicifié de *Sigillaria xylina*. B. R. du permien du Champ de Borgis, près Autun (*Saône-et-Loire*.) (*Photographie, grandeur naturelle*.)

Voici quelques-uns des plus importants gisements français, choisis parmi ceux d'âge varié.

a) Dans les assises paléozoïques.

Plateau Central. — *Loire*. Aux environs de Régny, se trouve un banc siliceux, épais de 30 à 40 centimètres, rencontré à Neaux, la Charbonnière, Charpenet, Combres, etc., sur une longueur de 7 km. Il est riche en lépidodendron, etc.

Près de Rive-de-Gier (la Péronière, la Faverge, Combe Rigol), on rencontre dans un poudingue d'une très grande dureté, des rognons siliceux, souvent roulés, contenant des racines, tiges, rameaux, feuilles,

fleurs et fruits de cordaïtes, des Sphenophyllum, des Pecopteris, des graines extrêmement variées et admirablement conservées.

Saône-et-Loire. Les gisements suivants des environs d'Autun sont bien connus grâce aux nombreux travaux de M. B. Renault.

a) culm. Le quartz forme des rognons non roulés, riches en Lépidodendrons, etc., dans un tuf trachytique (orthophyre) ; ces bois sont remplis de bacilles et de micrococques.

b) autunien. Des fragments de bois de cordaïtes sont très abondants.

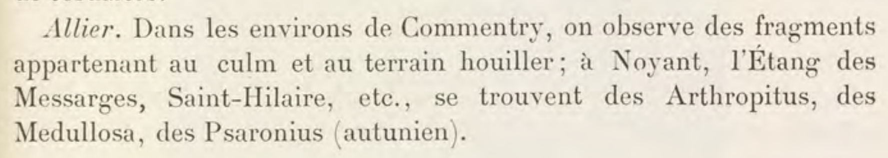
c) Grande couche de schistes, la plus généralement exploitée, riche en cordaïtes et Psaronius.

d) La quatrième couche voisine du banc de boghead est la plus riche en végétaux fossiles (Sigillaires, Annularia, Arthropitus, Sphenophyllum, etc).



Fig. 3.
Tronc silicifié d'*Arthropitus bistriata Goep.* du permien du Champ des Espargeolles, près Autun (*S.-et-L.*), avec cavité centrale remplie en partie par du quartz grenu et en partie par de l'onyx (quartzine et calcédonite). (*Photographie : grossissement de 1,5 diamètre.*)

Les blocs de quartz fossilifères sont communs dans les environs de Montcenis, Charmoy ; ils contiennent surtout des bois de cordaïtes.



Allier. Dans les environs de Commentry, on observe des fragments appartenant au culm et au terrain houiller ; à Noyant, l'Étang des Messarges, Saint-Hilaire, etc., se trouvent des Arthropitus, des Medullosa, des Psaronius (autunien).

b) Dans les assises secondaires.

Trias.

Madagascar. — Les grès triasiques d'Ambalarano, sur la rive gauche du Manambaho (Ambongo) renferment des troncs d'arbres silicifiés qui, d'après M. Gautier, atteignent 20 mètres de longueur sur 1m. 50 de diamètre ils sont par suite comparables pour leurs dimensions aux célèbres bois fossiles de l'Arizona.

Crétacé.

Maine. — *Sarthe.* Des troncs d'arbres silicifiés de cycadées et de fougères se trouvent dans le cénomanien des environs du Mans.

Cévennes. — *Gard.* Il existe des bois silicifiés dans les couches sableuses du cénomanien et notamment à Amilhac en Fontarèche, à la Galerie du Bosquet (mines de lignite de Gaujac), à Rouziganet et Saint-Victor-des-Oules, à Roquevière en Saint-Laurent-le-Vernède.

Alpes. — *Vaucluse.* Des bois silicifiés se rencontrent dans les sables micacés de l'albien du Mont Ventoux et notamment à Bedouin.

c) Dans les assises tertiaires.

Eocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Oise, Aisne.* Les terrains éocènes et oligocènes sont également fort riches en bois silicifiés de plantes dicotylédones et monocotylédones (Palmiers, Dracœna, etc.). On peut citer dans les sables du Soissonnais, Vailly-sur-Aisne (*Aisne*) et aux environs de Paris, les localités de Buc, Longjumeau (*Seine-et-Oise*) qui contiennent de nombreux débris de conifères, de nymphéacées, d'ombellifères, etc. (calcaire de Brie).

Miocène.

Sologne. — *Loiret.* Dans les sables de la Sologne (burdigalien) de Fleury-aux-Choux et d'Ingré.

Pliocène.

Cévennes. — *Gard.* Saint-Laurent-des-Arbres doit son nom aux très nombreux troncs d'arbres silicifiés que l'on y rencontre dans les sables astiens, au ravin des Cosses, et près la ferme de Blazet et des Beaumes.

Plateau Central. — *Cantal.* De nombreux gisements sont à signaler dans la brèche andésitique : La Bastide dans la haute vallée de Fontanges, vallée du Falgoux, le Pas de la Mogudo près Vic-sur-Cère. La quartzification est souvent très incomplète ou nulle dans le bois fossile de ces gisements.

d) Dans des sédiments d'âge incertain.

Je n'ai pu recueillir de renseignements précis sur l'âge des riches gisements suivants.

Algérie et Tunisie. — Les bois silicifiés abondent à la surface du sol sur les hauts plateaux de l'Algérie et de la Tunisie, surtout entre Tebessa (*Constantine*) et la frontière tunisienne : ils appartiennent soit à l'étage de grès à dragées (néocomien, d'après Pomel), soit au pliocène (M. Blayac).

Antilles. — *Martinique. Guadeloupe.* Les bois silicifiés de la Savane des Salines (*Martinique*) et ceux de la *Guadeloupe* sont célèbres ; ils sont le plus souvent constitués par de l'opale, mais on y trouve aussi des échantillons quartzifiés (quartz et calcédonite) ; ils sont accompagnés d'opale jaspeuse rouge et de calcédoine [1].

PSEUDOCALCÉDONITE

J'ai donné le nom de pseudocalcédonite (*C. R.* CXXX. 430. 1900), à une substance fibreuse, sphérolitique, ayant la composition du quartz



Fig. 1.
Pseudocalcédonite du Val-de-Grâce (Paris). (*Photographie lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

mais se différenciant essentiellement de ce minéral et des minéraux fibreux de sa famille, par le signe *négatif* de sa bissectrice, qui est parallèle à l'allongement de ses fibres. Celles-ci ont donc un allongement

1. Les alluvions d'un grand nombre de régions renferment du bois silicifié arraché à des formations plus anciennes, environs de Moulins (*Allier*) (bois tertiaires).

négatif comme celles de la calcédonite, mais leur biréfringence est constante sur toute l'étendue d'une fibre et leurs sections transversales permettent de voir en lumière convergente les hyperboles très rapprochées autour de la bissectrice (n_p). L'extinction des fibres est longitudinale.

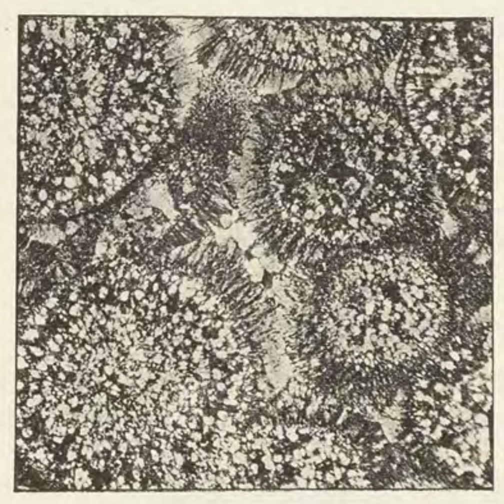


Fig. 2.
Oolites calcaires de la Selle-Bruère près Saint-Amand (*Cher*) transformées en quartz grenu et en pseudocalcédonite. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

La biréfringence est égale à la moitié de celle de la quartzine, $n_g - n_p = 0,0045$ environ ; elle permet facilement à elle seule de distinguer la pseudocalcédonite, quand elle est associée aux divers types fibreux de la famille du quartz.

La pseudocalcédonite, dont la position par rapport au quartz peut être comparée à celle de la cristobalite vis-à-vis de la tridymite, constitue des calcédoines par son mélange avec de l'opale; la densité de la plus pure de ces calcédoines (Paris, Val-de-Grâce) a été trouvée de 2,5 environ.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai trouvé la pseudocalcédonite dans toutes les catégories de gisement de calcédoine étudiées plus haut. Voici ceux où il est surtout facile de l'étudier.

Formations sédimentaires. Lutétien de Paris (Val-de-Grâce) ; elle y constitue des sphérolites (fig. 1) homogènes, groupés çà et là autour de rosettes de cristaux de quartz[1]. Jurassique de Port Bergé (*Madagascar*). La figure 2 est la reproduction de la photographie

1. La collection du Muséum possède un rognon de calcédoine presque entièrement constitué par de la pseudocalcédonite, associée à de la quartzine et à du quartz et renfermant une pseudomorphose siliceuse de gypse; il est indiqué comme provenant des environs d'Angers.

d'une oolite (bathonienne) silicifiée de la Selle Bruyère près Saint-Amand (*Cher*). Le milieu des oolites est transformé en quartz grenu qu'entoure une zone fibreuse de pseudocalcédonite.

Dans les opales jaunes accompagnant les minerais de manganèse de Nontron (*Dordogne*); dans une roche sédimentaire de Villars, près Chantrezac (*Charente*), etc.

Filons métallifères. Châtelaudren (*Côtes-du-Nord*), la Poype (*Isère*), concrétions, avec zones alternatives de pseudocalcédonite, et de calcédonite sans enroulement, etc.

Roches éruptives. Amygdaloïdes des basaltes.

GROUPE DE LA TRIDYMITE

TRIDYMITE

$Si O^2$.

Pseudohexagonale. Orthorhombique : $mm = 120°$ environ.

$b : h = 1000 : 826,555$. $D = 866,008$. $d = 500,032$.
[$a : b : c = 0,5774 : 1 : 0,9544$ (Mallard)].

Macles. Il existe d'une façon constante dans la tridymite des macles complexes suivant m (110) du type de l'aragonite, visibles seulement à l'aide des propriétés optiques (voir plus loin) et conduisant à la symétrie extérieure pseudo-hexagonale.

On trouve en outre très fréquemment des macles macroscopiques : 1° macle suivant e^3 (013), 2° macle suivant $e^{2/3}$ (032).

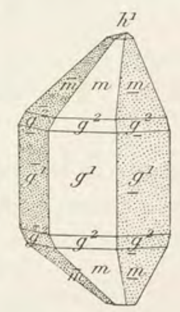


Fig. 1.
Macle suivant e^3 (013) constituée par trois cristaux.

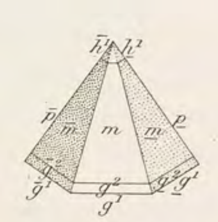


Fig. 2.
Projection sur h^1 (100) de la macle représentée par la fig. 1.

Ces macles ont lieu soit par accolement (fig. 1) soit par entrecroisement (fig. 4) ; elles donnent dans le dernier cas des assemblages ayant la forme de feuillets

d'un livre entr'ouvert et sont souvent associées dans le même échantillon et plusieurs fois répétées. C'est la fréquence des macles à trois individus qui a fait donner au minéral le nom de tridymite ; les figures 1, 2, 4 et 7 sont empruntées au mémoire de vom Rath[1] qui a décrit en grand détail ce minéral et ses groupements complexes (*Monatsb. Akad. Wissensch. Berlin*, 1874) ; les notations ont été seulement changées en conformité avec la forme primitive adoptée ici.

La fig. 1 est une macle de trois cristaux par accolement suivant e^3 (013). La fig. 2 en donne la projection suivant h^1 (100), alors que la fig. 7 est la projection d'une macle identique, formée de deux individus seulement. Des macles analogues se voient dans la photographie reproduite par la figure 6.

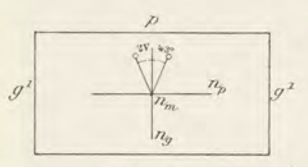


Fig. 3.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Quant à la figure 4, elle représente un groupement des deux types de macles, celles-ci sont produites par entrecroisement. Une grande lame presque parallèle au plan du papier supporte deux autres individus avec lesquels elle est maclée : macle suivant e^3 (013) avec le cristal de gauche et suivant $e^{2/3}$ (032) avec celui de droite.

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), g^2 (130) ; $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.
$m\,m$	120°
$m\,g^1$	150°
$m\,g^2$	169°6'30"
$p\,e^3$	162°21'
$p\,e^{2/3}$	124°56'

	Angles calculés.	
$p\,e^{1/2}$	117°39'	
$p\,b^{1/2}$	117°39'	
$p\,\bar{p}$	35°18'	(macle suivant e^3)
$p\,\bar{p}$	69°52'	(macle suivant $e^{4/5}$)

Faciès. Dans la nature, la tridymite se trouve exclusivement sous forme de lames extrêmement minces, formées elles-mêmes par des lames plus petites imbriquées les unes sur les autres (fig. 5). Elles

1. Vom Rath a décrit la tridymite comme hexagonale avec $c = 1,65304$. Dans cette hypothèse, m (110) et g^1 (010) $= m$ $(10\bar{1}0)$; g^2 (130) $= (45\bar{9}0)$; e^3 (013) $= b^6$ $(10\bar{1}6)$; $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ (111) $= b^1$ $(10\bar{1}\bar{1})$; $e^{2/3}$ (034) $= b^{4/3}$ $(30\bar{3}4)$.

La pseudocubicité de la tridymite est mise en évidence par la fréquence des groupements de 70°36' (macle double suivant e^3), alors que l'angle des faces de l'octaèdre régulier est de 70°32').

présentent le plus souvent les deux macles indiquées plus haut ; les individus qui les constituent sont parfois très nombreux et enchevêtrés d'une façon plus ou moins confuse, donnant ainsi naissance à des boules cristallines irrégulières ou à des rosettes.

Clivages. Clivages suivant m (110) à peine distincts ; plans de lamellisation suivant p (001).

Dureté. 7.

Densité. 2,28 à 2,33.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, et quelquefois rosée (roc de Cuzeau). Éclat vitreux, nacré sur p (001). Transparente.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë positive, n_g, perpendiculaire à p (001) (fig. 3).

N = 1,4775 2 E = 66°. Le Capucin (Mallard), 2 V = 43°

$$n_g - n = 0,00185.$$

Ces propriétés optiques établies par Mallard (*B. S. M.* XIII. 168. 1890) sont parfois d'une étude difficile, à cause de la complexité des groupements, compliqués par des empilements de lames et par la très faible biréfringence du minéral ; aussi, la trace du plan des axes optiques qui, dans une lame normale, est perpendiculaire à l'arête d'intersection des macles macroscopiques (axe a) est-elle parfois à 60° de cette direction dans un sens ou dans l'autre, ou dans une position intermédiaire entre ces extrêmes.

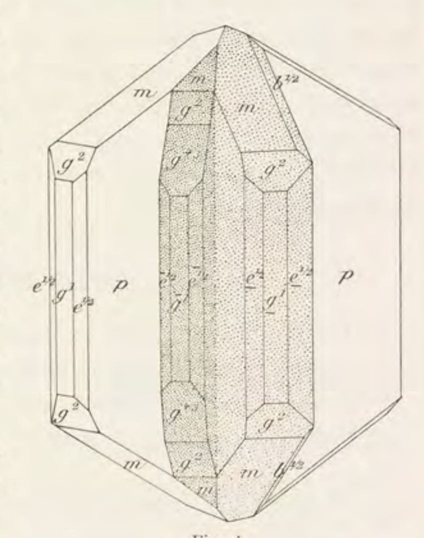


Fig. 4.
Lame de tridymite, maclée suivant $e^{2/3}$ (032) avec la lamelle pointillée à droite, et suivant e^3 (013) avec la lamelle pointillée à gauche.

Chauffée à 130°, la tridymite devient hexagonale (uniaxe) ; ce changement d'état est réversible.

Les propriétés optiques de la tridymite ont été étudiées en premier lieu par Max Schuster et von Lasaulx, qui considéraient le minéral comme triclinique.

L'identité entre la tridymite et *l'asmanite*, décrite par Maskelyne dans les météorites de Breitenbach et de Rittersgrün, paraît complète.

Maskelyne a bien indiqué que la bissectrice obtuse est négative et perpendiculaire à un clivage *p*, mais dans les échantillons d'asmanite de la météorite de Breitenbach que j'ai eu récemment l'occasion d'étudier, j'ai constaté que de petites lames de clivage sont perpendiculaires à n_g et qu'elles présentent les mêmes macles microscopiques que la tridymite, mais avec plus de régularité. Ces cristaux sont tout à fait identiques à ceux des briques réfractaires qui sont décrits plus loin.

Composition chimique. Comme le quartz.

Propriétés pyrognostiques. Soluble dans une solution de carbonate de sodium bouillante ; à part cela, comme le quartz.

Altérations. La tridymite se rencontre paramorphisée en quartz : celui-ci est souvent orienté de telle sorte que ses faces *p* $(10\bar{1}1)$ ou $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ sont parallèles à la face *p* (001) de la tridymite.

Diagnostic. — La tridymite peut être confondue avec la cristobalite qui l'accompagne parfois et possède la même composition ; ce minéral se présente sous forme d'octaèdres réguliers de même couleur paraissant au premier abord formés par de petites lames de tridymite, il est en réalité pseudocubique ; ses pseudooctaèdres réguliers sont formés par la réunion de trois pyramides quadratiques ayant respectivement pour base les trois faces du cube ; chaque pyramide est uniaxe et négative ; à 175° C., la cristobalite subit un changement d'état réversible qui la rend cubique (Mallard).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tridymite est formée exclusivement à haute température ; elle ne se rencontre que dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves ;

2° Dans les produits d'usine.

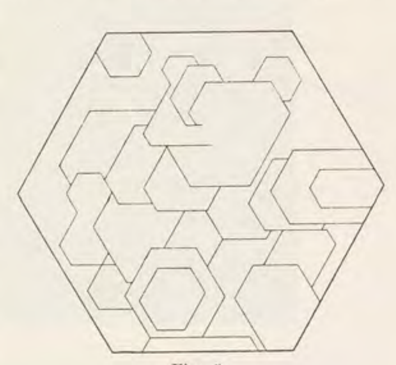
1° *Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves.*

La tridymite n'est guère connue que dans les roches volcaniques tertiaires ou postertiaires, ce qui s'explique aisément par la facilité avec laquelle elle s'altère et se transforme en quartz. Elle se rencontre dans la plupart des roches volcaniques acides françaises, ou dans leurs enclaves, mais on ne la trouve en cristaux macroscopiques que dans les quelques andésites et les trachytes qui seuls vont nous occuper ici.

Plateau central. — *Cantal.* La tridymite est abondante dans les fissures et les pores des trachytes, des andésites à biotite et à hornblende du Cantal, dans les cavités de corrosion de leurs enclaves quartzeuses, elle s'y rencontre rarement en gros cristaux ; je citerai cependant les carrières d'andésite des environs de Murat, sur la route d'Empalat, non loin du gisement de chabasie, et surtout les enclaves de gneiss, de granulites et de sanidinites des trachytes de Menet ; j'y ai trouvé de très jolies rosettes de tridymite souvent colorées en bleuâtre et associées à de petits cristaux de zircon, d'œgyrine, de sphène, de sanidine. Elle y est surtout abondante au voisinage des grains de quartz en partie résorbés.

Haute-Loire. La tridymite se rencontre dans les mêmes conditions dans les trachytes de la Haute-Loire ; je ne connais aucun gisement méritant une notion spéciale à cet égard.

La localité d'Alleret est citée dans les traités de minéralogie sur l'autorité de von Lasaulx comme fournissant des cristaux de tridymite engagés dans un trachyte ; il y a là une erreur de gisement, Alleret (en Saint-Privas Le Dragon) ne renferme pas de trachytes, mais un basalte qui ne contient pas de tridymite.


Fig. 5.
Lame de tridymite du Capucin.

Puy-de-Dôme. Les principaux gisements de tridymite du Plateau Central se trouvent dans la vallée du Mont-Dore. Ce minéral se rencontre dans les pores ou dans les fentes de tous les trachytes et andésites de cette région, mais il abonde surtout dans les cavités des enclaves de tout genre qui se trouvent dans ces roches, qu'elles soient du reste constituées par des roches volcaniques plus anciennes (voir à *hornblende*, *hypersthène*, *orthose*) ou au contraire par des blocs de granite ou de gneiss. Mais c'est surtout dans les cavités de résorption de ces dernières enclaves énallogènes que la tridymite est abondante et qu'elle se présente en lamelles de grandes dimensions, pouvant atteindre 5 mm. de diamètre.

Le trachyte du Capucin est à signaler d'une façon toute particulière à cet égard ; les gneiss à cordiérite enclavés ont subi des transformations

intenses que j'ai décrites en détail (*Les enclaves des roches volcaniques.* 1893) : elles consistent essentiellement dans la dissolution des lits quartzeux feldspathiques, alors que les lits riches en cordiérite, andalousite, grenat, ont persisté, maintenant la forme générale de l'enclave. Aux dépens des éléments résorbés, se sont formés des minéraux néogènes dont le volume est en général moindre que celui de la roche primitive ; il en résulte des cavités imparfaitement remplies par des agrégats miarolitiques de sanidine, de tridymite, d'hypersthène, d'hématite, de magnétite, etc., se présentant souvent en beaux cristaux

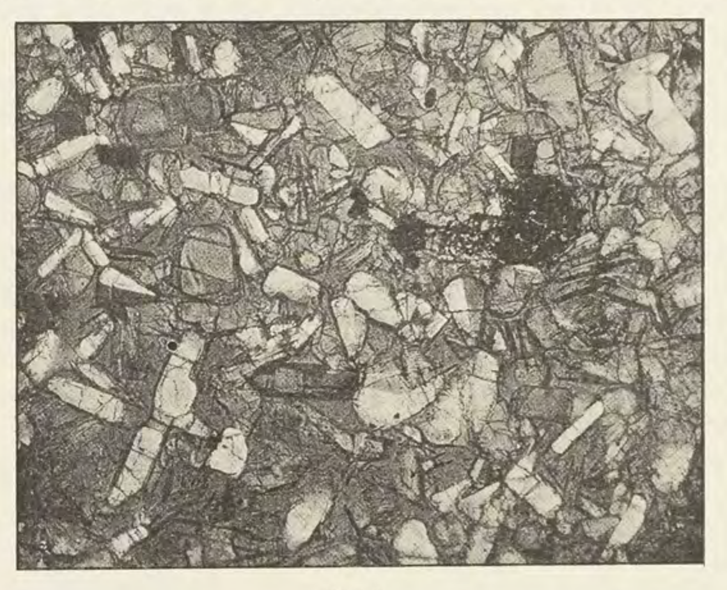


Fig. 6.
Lame mince d'une brique quartzeuse d'une verrerie, transformée en tridymite.
(*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

quand les cavités sont de grande dimension. On voit ces minéraux enchevêtrés ou implantés sur les cadavres des éléments anciens.

La formation de tous ces minéraux néogènes est contemporaine : on voit nettement les rosettes de tridymite implantées sur les aiguilles d'hypersthène ou leur servant de support; il est possible d'isoler de ces géodes de belles lames hexagonales avec les deux macles caractéristiques de cette espèce minérale.

J'ai recueilli assez souvent dans le trachyte du Capucin des fragments de quartz de pegmatite très fendillés et imprégnés de tridymite en belles lames, c'est là un cas de véritable paramorphisme.

La tridymite se trouve plus rarement au Capucin sous forme de lames à disposition palmée assez singulière.

Dans les enclaves des roches volcaniques, la tridymite ne se trouve qu'exceptionnellement en cristaux dépassant 1 mm. ; il y a lieu de citer cependant des échantillons curieux provenant du roc de Cuzeau et que je dois à M. Gonnard. De petits groupes de tridymite sont extrêmement abondants dans les vacuoles d'un trachyte rouge ; ils possèdent eux-mêmes cette coloration. Il est difficile d'y distinguer la forme caractéristique du minéral, car ils sont globuleux, comme arrondis et souvent présentent quelque analogie de forme avec la cristobalite.

J'ai recueilli d'assez jolis cristaux de tridymite et de sanidine dans les lithophyses des rhyolites du ravin de Lusclade.

La tridymite, en lames généralement très petites, abonde dans les pores de la domite de la chaîne des Puys (Puy-de-Dôme, Sarcouy, Chopine, etc.) ; elle forme parfois une poussière blanche cristalline à la surface de l'hématite spéculaire du sommet du Puy-de-Dôme.

Enfin j'ai trouvé des lames de tridymite semblables à celles du Capucin dans les enclaves granitiques des trachytes de Fontenille.

Algérie. — *Oran*. L'andésite à hornblende de Lourmel renferme en abondance des lames de tridymite associées à de l'opale, elles se rencontrent dans la plupart des andésites de cette région. M. Gentil qui a découvert ce gisement (*B. S. M.* XIX. 25. 1896) a cité le même minéral dans les cavités d'une roche volcanique trouvée dans les ruines romaines de Vesoul-Benian (*Alger*).

2° *Dans les produits d'usine.*

La tridymite en fibres distinctes ou en masses concrétionnées, à structure zonaire et fibreuse, se trouve quelquefois en nids dans les fontes très siliceuses.

Elle résulte aussi parfois de la transformation du quartz de briques siliceuses demeurées longtemps dans les fours à recuire l'acier (forges du Saut du Tarn, etc.).

J'ai trouvé de même à la verrerie Appert, à Clichy, des briques enveloppant des creusets servant à la fusion du verre, entièrement transformées en tridymite.

Fig. 7.
Projection sur h^1 (100) d'une macle binaire [suivant e^3 (013)] de tridymite.

La tridymite de ces briques ne se présente pas sous la forme de lamelles, mais sous celle de cristaux assez épais, offrant

du reste les mêmes macles macroscopiques que la tridymite naturelle. La fig. 6 est la reproduction d'une photographie d'une lame mince taillée dans l'une de ces briques. Grâce à l'existence d'un peu de verre, la forme des cristaux de tridymite est fort nette. On y voit plusieurs sections de macles suivant e^3 (013) en forme de cœur, coupées parallèlement à h^1 (100) c'est-à-dire dans la direction de la fig. 7. Çà et là, on trouve aussi des macles microscopiques identiques à celles de la tridymite naturelle, mais moins enchevêtrées. L'analogie d'aspect entre cette tridymite artificielle et l'asmanite des météorites sissydères est frappante.

J'ai observé (*Les enclaves des roches volcaniques*) cette même forme de tridymite dans des enclaves de quartz enveloppées par des roches trachytiques des îles Lipari.

LUSSATITE

Mallard a donné le nom de lussatite (*B. S. M.* XIII. 63. 1890) à une substance fibreuse, recouvrant la calcédoine et le quartz de quelques gisements. Ses fibres sont *positives*, avec extinction longitudinale. Sa biréfringence est extrêmement faible et ne m'a permis aucune constatation décisive en lumière convergente : l'indice moyen est voisin de celui de l'opale. La densité est de 2,04.

Ces fibres sont noyées dans de l'opale, facilement visible au microscope.

Chauffé, le minéral se comporte comme la calcédoine ; il perd de 7 à 8,3 °/₀ d'eau sans que sa biréfringence diminue. Il y a des probabilités pour qu'il constitue une variété de silice anhydre.

A cause de sa densité, de sa réfringence et sa biréfringence faible, il me semble nécessaire de rapprocher la lussatite de la tridymite ; mais par son mode de gisement, elle se rapproche du quartz et de la calcédoine qu'elle accompagne d'une façon constante.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La lussatite se rencontre exclusivement en Auvergne dans les pépérites, à Pont-du-Château, Lussat, au Puy de la Poix, près Clermont, etc. (voir page 148). Elle

forme une croûte extérieure mince à la surface de cristaux de quartz, de gouttes de calcédoine, auxquels elle donne une teinte laiteuse et bleuâtre très caractéristique. L'*hélix Ramondi* pseudomorphisé en calcédoine, de la mine de Roys, représenté par la figure 4, page 148 est recouvert d'un semblable enduit de lussatite.

BROOKITE

$Ti\,O^2$

Orthorhombique : $m\,m = 99^o50'$ (Kokscharoff)[1].

$b : h = 1000 : 361{,}279$. $D = 765{,}109$. $d = 643{,}901$.
$[a : b : c = 0{,}8416 : 1 : 0{,}4772]$.

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^1 (010) ; a^2 (102), a^1 (101) ; $e^{3/8}$ (083), $e^{1/4}$ (041) ; $b^{1/2}$ (111) ; $\nu = (b^1\, b^{1/5}\, h^{1/3})$ (322), $a_5 = (b^1\, b^{1/5}\, h^1)$ (321), $e_3 = (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121), $\delta = e_{9/4} = (b^{1/4}\, b^{1/9}\, g^{1/4})$ (5.13.8), $e_2 = (b^1\, b^{1/2}\, g^1)$ (132).

Les mesures suivantes ont été prises par Marignac sur les cristaux de la Tête noire, et par moi-même sur les cristaux de Saint-Christophe-en-Oisans (Lx) et sur ceux de la Meije (Lx').

1. Les paramètres sont ceux adoptés par Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 203) d'après les mesures de Kokscharoff, mais la hauteur est moitié moindre de celle qui a été adoptée par ce dernier savant et après lui par M. Dana. Par suite,

notre a^1 (101) = a^2 (102) (Kokscharoff)		
a^2 (102) = a^4 (104)	e_2 (132) = (134) (Koksch.)	= ε (Dx)
$e^{1/2}$ (021) = e^1 (011)	e_3 (121) = (122)	= γ (Dx)
$e^{1/4}$ (041) = $e^{1/2}$ (021)	$e_{9/4}$ (5.13.8) = (5.13.16)	= δ (Dx)
$b^{1/2}$ (111) = b^1 (112)	a_5 (321) = (322)	= α (Dx)
$b^{1/4}$ (221) = $b^{1/2}$ (111)		

D'après Schrauf la brookite serait monoclinique.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*m\ m$	99°50′	99°40′ à 52° M 53′ L′
$m\ h^3$	162°44′	162°41′ Lx′
$m\ h^1$	139°55	139°53′ Lx
$h^3\ h^1$	157°11′	157°20′
$h^3 h^3$ sur h^1	134°22′	134°14′ M
$m\ g^1$	130°5′	
$p\ a^2$	164°20′	164°19′ Lx″
$a^2\ h^1$	105°40′	105°35′ Lx′
$a^2\ a^2$ s. p	148°40′	148°38′ Lx 43′, à 46′ M
$p\ a^1$	150°42′	150°37′ Lx
$a^1\ h^1$	119°18′	
$a^1\ a^1$ s. p	121°24′	121°20′ Lx
$p\ e^{3/8}$	128°27′	
$e^{3/8}\ g^1$	141°33′	
$e^{3/8} e^{3/8}$ s. p	76°54′	
$p\ e^{1/4}$	117°54′	118° Lx′, 2′ M
$e^{1/4}\ g^1$	152°6′	
$e^{1/4}\ e^{1/4}$ sur p	55°48′	
$e^{3/8}\ e^{1/4}$	169°27′	169°30′ Lx
$p\ b^{1/2}$	143°45′	143°42′ Lx′ 144°0 ′M
$b^{1/2}\ m$	126°15′	126°16′ Lx
$p\ \nu$	147°14′	147°13′ Lx
$\nu\ \nu$ sur p	114°38′	114°27′ Lx
$p\ a_5$	117°23′	
$p\ h^5$	90°	
$p\ e_3$	132°19′	123°21′Lx37 M
$p\ \delta$	141°25′	
$p\ e_2$	142°42′	
$h^1\ a_5$	140°45′	141° Lx′
$h^1\ e_3$	112°11′30″	112°11′M
$h^1\ e^{1/2}$	90°	
$a_5\ a_5$ s. $e^{1/2}$	78°30′	78°21′ Lx′
$a_5\ e_3$	151°27′	151°27′ Lx′
$^*e_3\ e_3$ s. $e^{1/2}$	135°37′	135°10′38″. M, 30′ Lx′
$h^1\ \delta$	104°6′	
$\delta\ \delta$ coté	151°48′	151°21′ Lx
$h^1\ e_2$	120°53′	
$e_2\ e_2$ coté	154°14′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$h^1\ b^{1/2}$	116°54′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ coté	126°12′	126°9′ M
$h^1\ \nu$	118°10′	
$\nu\ \nu$ coté	123°40′	124° (Lx′)
$g^1\ a_5$	115°45′	
$a_5\ a_5$ avant	128°30′	
$g^1\ e_3$	129°28′30″	129°27′ M
$g^1\ b^{1/2}$	112°23′	112°24′ M
$g^1\ \nu$	105°21′	105°22′ M
$g^1\ a^1$	90°	
$e_3\ b^{1/2}$	162°54′	162°45′ Lx′
$e_3\ \nu$	155°53′	155°54′ Lx′
$e_3\ a^1$	140°31′30″	140°33′ Lx′
$^*e_3\ e_3$ sur a^1	101°3′	101°6′ Lx′40′ M, 8
$b^{1/2}\ a^1$	157°37′	157°38′
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	135°14′	135°12′ M, 17′ Lx′
$\nu\ a^1$	164°39′	164°30′ Lx′
$\nu\ \nu$ s. a^1	149°18′	149°15′ Lx′
$g^1\ \delta$	125°2′	
$\delta\ \delta$ avant	109°56′	
$g^1\ e_2$	124°17′30″	
$g^1\ a^2$	90°	
$e_2\ e_2$ av.	111°25′	
$m\ e_2$ s. $e^{1/2}$	101°2′	
$m\ b^{1/2}$ s. $e^{1/2}$	84°12′	
$m\ a_5$ adj.	150°43′	
$m\ a^1$ adj.	111°59′	
$m\ e_3$ adj.	134°18′	
$m\ \delta$ adj.	123°47′	
$e_3\ \delta$ adj.	169°30′	
$\delta\ a^1$ post.	124°14′	
$m\ e_2$ adj.	122°15′	
$m\ a^1$ post.	68°1′	68° à 68°15′ M
$e_3\ a^1$ post.	113°43′	
$e^{1/4}\ m$ adj.	145°21′	
$e^{3/8}\ m$ adj.	120°17′	
$a^2\ e_3$ post.	123°7′	123°10′ à 30′ M
$e^{1/4}\ e_3$ adj.	151°16′	151°20′ Lx

Faciès des cristaux. La brookite n'est connue qu'en cristaux dont les faciès sont très variés ; on observe les types suivants :

Type I. Cristaux lamellaires suivant h^1 (100) très minces, allongés suivant l'axe vertical et présentant en bordure les formes

e_2 (132), e_3 (121) (Oisans) (fig. 3). Quelquefois ces cristaux ont une forme rectangulaire par suite du grand développement de p (001).

Type II. Cristaux moins aplatis que les précédents, caractérisés par la prédominance des faces a_5 (321). (La Meije) (fig. 5).

Type III. Cristaux avec les faces prismatiques dominantes et $b^{1/2}$ (111), ils rappellent le rutile à cause de la valeur de $m\,m = 99°50'$.

Type IV. Cristaux ayant la forme de pseudopyramides hexagonales constituées par les faces m (110) et e_2 (132) également développées (*arkansite*).

Les deux premiers types existent seuls dans les gisements français.

Les faces de la zone verticale, et particulièrement h^1 (100), sont très striées parallèlement à l'axe c.

Clivages. Traces de clivage suivant m (110) et p (001). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,87 à 4,08.

Coloration et éclat. Brun doré, jaune rouge, brun rouge, noir de fer. Éclat métallique et adamantin. Poussière incolore ou gris jaune. Les variétés de couleur claire sont translucides, les variétés noires, sont opaques, sauf en lames très minces.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë n_g est perpendiculaire à h^1 (100). Les axes optiques sont parallèles à p (001) (fig. 1) pour le rouge et le jaune avec $\rho > v$, et parallèles à g^1 (010) (fig. 2) pour le vert et le bleu avec $\rho < v$; le minéral est uniaxe pour les rayons vert jaune [Tête noire et plages pâles des cristaux de l'Oisans]. Dans la plupart des cristaux de cette dernière région, le plan des axes est parallèle à p (001) pour toutes les couleurs du spectre.

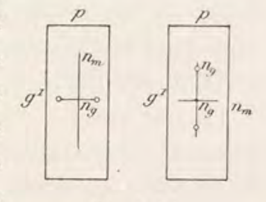


Fig. 1 et 2.
Plan des axes optiques parallèle à p (001) (rayons rouges et jaunes), (fig. 1), à g^1 (010) (rayons verts et bleus) (fig. 2).

Des Cloizeaux a montré, en outre, qu'après chauffage au-dessus du rouge, les axes ouverts parallèlement à g^1 se rapprochent et ceux ouverts parallèlement à p s'écartent.

Ce changement de propriétés optiques est réversible, mais devient permanent quand la température a été portée au rouge vif.

$2\,\mathbf{E} = 55°2'$ (Li) $30°16'$ (Na) $0°$ (jaune vert) $33°48'$ (Tl) (Dana)

$\mathbf{N} = 2{,}637 \quad \mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}158$

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme le rutile.

Altérations. Des paramorphoses en rutile sont fréquentes dans l'arkansite, elles n'ont pas été observées dans les gisements cités plus loin.

Diagnostic. La forme est très caractéristique de la brookite, dont les propriétés optiques, et notamment l'énorme dispersion rendent le diagnostic facile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brookite ne se trouve que dans un petit nombre de gisements. Je la considérerai successivement :

1° Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques ;

2° Dans diverses roches comme produit secondaire [1].

1° *Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques.*

Alpes. — *Massif du Mont-Blanc. Haute-Savoie.* La brookite a été rencontrée en 1827 par F. Soret au-dessous de la Tête noire. Ses cristaux y sont implantés sur des cristaux de quartz hyalin ou enfumé, ou enveloppés par eux dans les renflements et les fissures d'un grand filon de quartz qui traverse les grès et les poudingues houillers.

Les nombreux échantillons que j'ai examinés se présentent tous sous forme de lames très minces, d'un brun doré ; ils ont les mêmes formes que dans le Dauphiné (fig. 3), c'est-à-dire h^1 (100), m (110), g^1 (010), p (001), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121), e_2 (132).

La collection du Muséum possède avec l'indication « Tête noire », celle du Musée d'Annecy avec l'étiquette, « entre le col de Balme et le Trient », deux échantillons identiques constitués par un micaschiste recouvert d'un grand nombre de cristaux de brookite couchés à plat sur les surfaces de l'échantillon et généralement brisés ; leurs formes ne sont pas nettes bien qu'ils atteignent 0 m. 5 de plus grande dimension. Kenngott indique des cristaux de brookite de la Tête noire comme

1. Dufrénoy a inscrit parmi les synonymes de brookite le terme de *jurinite* (Soret) qui a été depuis lors reproduit dans la plupart des ouvrages de Minéralogie. Il m'a été impossible de trouver où a été employé pour la première fois ce nom qui n'a fait l'objet d'aucune publication de Soret. M. Ch. Soret, auquel je me suis adressé pour résoudre cette question d'histoire minéralogique, n'a pas été plus heureux.

accompagnés de quartz, d'albite et de micas dans les fentes des micaschistes, ils viennent probablement du même gisement que les deux échantillons dont il vient d'être question.

Isère. C'est sur des cristaux du Dauphiné et du Snowdon que Lévy a établi l'espèce brookite (*The Ann. of Philosophy*. IX. 140. 1825); le cristal du Dauphiné qu'il décrit est indiqué comme accompagnant des lames de crichtonite sans indication plus précise. La combinaison figurée est p (001), h^1 (100), m (110), $e^{1/4}$ (041), e_2 (132), e_3 (121) : c'est la plus commune, dans cette région : elle est fréquemment compliquée par l'existence de g^1 (010), (fig. 3), de a^2 (102) et de a^1 (101), qui font parfois disparaître p.

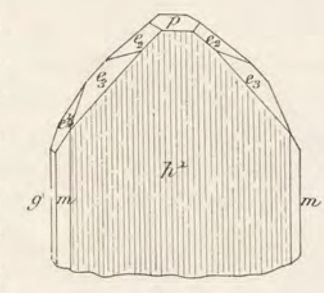


Fig. 3.
Forme commune de la brookite de l'Oisans.

La brookite de l'Oisans est généralement implantée sur des cristaux de quartz ou d'albite et accompagne l'anatase et la crichtonite dans les gisements de ces minéraux, situés aux environs du Bourg d'Oisans. Les gisements à citer d'une façon spéciale sont surtout les environs de Saint-Christophe (les Puys, la Combe de la Selle).

Les cristaux sont d'un brun foncé ou d'un jaune rouge quand ils sont très minces et très transparents : ils atteignent quelquefois de très grandes dimensions, l'un de ceux de la collection du Muséum mesure 5 centimètres suivant l'axe c, et 3 centimètres suivant l'axe b, il présente la combinaison : h^1, m, p, a^2 (très développé), $e^{1/4}$, $b^{1/2}$, e_3.

Je dois à l'obligeance de M. Guyot de Grandmaison un cristal sur lequel j'ai observé les formes suivantes : m, h^1, h^3, g^1, p, a^2, a^1, $e^{1/4}$ (041), $e^{3/8}$ (083), $V = \varphi$ (322), δ (5.13.8). La fig. 4 représente sa projection sur la base. Ce cristal épais mesure trois millimètres suivant l'axe vertical. La face p est très cannelée et présente en son milieu un sillon profond qui semble indiquer l'existence d'un accolement de deux cristaux parallèlement à h^1.

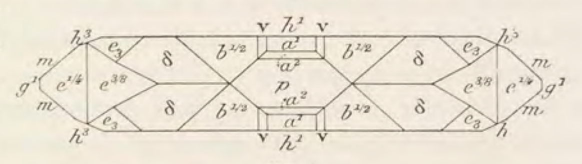


Fig. 4.
Projection sur la base d'un cristal de brookite de l'Oisans.

La collection du Muséum possède un échantillon consistant en un gros cristal de calcite qui provient des environs du Bourg d'Oisans et probablement d'Armentières; il supporte de jolies petites lamelles, de brookite d'un jaune vif, des cristaux d'anatase, de crichtonite et enfin des paillettes de ripidolite.

Hautes-Alpes. Dans les gisements du vallon de la Meije qui sont décrits page 184, se trouvent de très jolis cristaux de brookite dont j'ai déjà donné une première description (*C. R.* CXXII. 1429. 1896); ils diffèrent de tous les cristaux de brookite des autres gisements français par leur couleur noire de fer. Leur éclat est extrêmement vif, ils sont aplatis suivant h^1 (100), qui est très cannelée verticalement. Leur caractéristique (type II) réside dans le très grand développement des faces a_5 (321); j'ai en outre observé m (110), h^3 (210), a^2 (102), a^1 (101), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121) et quelquefois p (001). D'ordinaire la face h^1 est presque carrée (fig. 5) par suite de l'égal développement des cristaux suivant b et c, et le minéral peut, au premier abord, être confondu avec l'anatase; ils sont souvent adhérents à leur gangue par une face prismatique, de telle sorte que leurs deux sommets sont distincts. Les cristaux sont rarement allongés suivant l'axe vertical; la fig. 6 représente un cas peu fréquent de grand développement des orthodomes a^1 et a^2 dans un cristal exceptionnellement allongé suivant l'axe vertical.

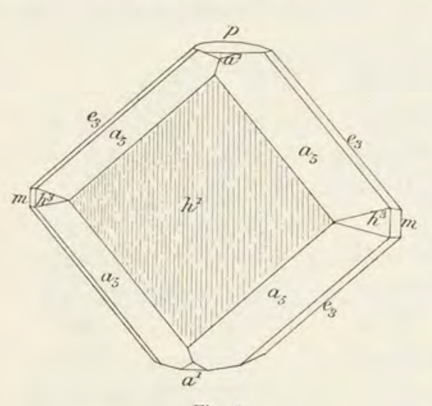


Fig. 5.
Brookite de la Meije (Type II).

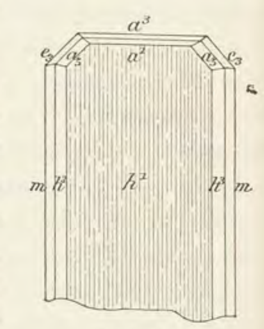


Fig. 6.
Brookite de la Meije.

Ces cristaux sont très souvent irrégulièrement enchevêtrés avec l'anatase qui a exactement la même couleur qu'eux. Ils sont parfois accompagnés de turnérite.

M. Denis m'a communiqué de petits cristaux provenant des rochers des gorges du torrent de la Meije et accompagnant l'anatase, l'albite et le quartz; ils sont translucides et ont la couleur brune des cristaux

du Dauphiné : ils sont rectangulaires par suite du large développement de la face p (001) : j'y ai observé les formes suivantes : h^1, h^3, m, g^1, p, a^2, $e^{1/4}$, a_5 et e_3 (type de la fig. 6.)

2° *Dans des roches diverses comme produit secondaire.*

La brookite est un produit secondaire assez fréquent se formant avec le rutile, l'anatase par la décomposition de la biotite et de la phlogopite des roches éruptives et métamorphiques. Elle se présente sous la forme de petites lamelles ayant la forme du type I (fig. 3) ; celles-ci se distinguent nettement du rutile par leurs caractères morphologiques et par la réfringence très faible de leur face d'aplatissement h^1 (100), à opposer à la biréfringence élevée des sections filiformes qui lui sont perpendiculaires ; les cristaux sont souvent de taille suffisante pour qu'il soit possible de les étudier en lumière convergente à l'aide d'un objectif à immersion.

J'ai notamment trouvé de bons exemples de ce genre de gisement dans les cipolins de Ville-ès-Martin (près Saint-Nazaire) et dans les norites des Corbellières en Vallet (*Loire-Inférieure*), dans les porphyrites micacées lamprophyriques de Cercié (*Rhône*), de Pranal près Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*) (*B. S. M.* XIV. 191. 1891), dans une microgranulite de la route de Ribay à Javron (*Mayenne*) que m'a communiquée M. Œhlert. On verra, page 187, que les prétendues pseudomorphoses de sphène en brookite qui ont été décrites à Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] par Muller et que j'ai signalées p. 252, tome II, d'après cet auteur, sont en réalité des pseudomorphoses de sphène en anatase.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

La brookite se rencontre en cristaux microscopiques très nets dans le résidu de la dissolution par un acide d'un grand nombre de calcaires ou de dolomies sédimentaires ; elle y accompagne le rutile, l'anatase, la staurotide, la tourmaline, le grenat et autres débris de roches anciennes. Il est possible que dans quelques cas cette brookite, dont les angles sont remarquablement nets, soit le résultat d'une recristallisation.

M. H. Thürach a notamment trouvé la brookite (*Ueber das Vorkommen mikrosk. Zircon und Titanmineralien.* Würzburg, 1884), dans les marnes aptiennes de Bellegarde (*Ain*), dans les calcaires grossiers

lutétiens de Vaugirard (Paris), dans les sables tertiaires de Figanières (*Var*). Ce minéral est du reste le moins fréquent des oxydes de titane.

M. Cayeux a trouvé également dans ces mêmes conditions la brookite dans les résidus de la craie du Nord et du tuffeau éocène (thanétien) à *Cyprina planata* de Mons-en-Barœul (*Mém. Soc. géol. du Nord*, IV. 1897).

ANATASE

TiO^2

Quadratique.

$b : h = 1000 : 1256{,}621$ (Dx)[1] D = 707,107.
$[a : c = 1{,}77713]$.

Formes observées : p (001); a^7 (107), a^5 (105), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201), $a^{1/3}$ (301);

$b^{7/2}$ (117), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), $b^{5/4}$ (225), $b^{7/6}$ (337), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111);

$s = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^{1/19})$ (5.1.19), $\tau = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^{1/20})$ (5.1.20), $\sigma = (b^{1/8}\, b^{1/14}\, h^{1/44})$ (11.3.44).

Les angles suivants ont été mesurés sur des cristaux de l'Oisans par M. Busz (B.), par M. Grünling (in Groth) (G.) ou par moi-même (Lx) sur des cristaux de l'Oisans ou des environs de la Grave (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
pa^7	165°45′		$^*a^2\, a^1$ sur h^1	121°16′	
$a^7\, a^7$ sur p	151°30′		$pa^{1/2}$	105°43′	
pa^5	160°26′		$a^{1/2}\, a^{1/2}$ sur h^1	148°34′	
$a^5\, a^5$ sur p	140°52′		$pa^{1/3}$	100°37′	
pa^1	119°22′		$a^{1/3}\, a^{1/3}$ sur h^1	158°45′	158°48′ G à 15′ Lx

1. J'ai adopté ici les paramètres de Des Cloizeaux, mais en diminuant de moitié l'axe vertical ; la forme devient alors la même que celle de M. Klein dans sa monographie de l'anatase : on a ainsi la correspondance suivante :

$b^{1/2}$ (111) = b^1 (112) Dx a^1 (101) = a^2 (102) Dx
$b^{3/2}$ (113) = b^3 (116) σ (11.3.44) = σ (11.3.88), etc.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pb^{7/2}$	160°15′	160°14′ G 15′ Lx
$b^{7/2}\,b^{7/2}$ sur p	140°30′	
$pb^{5/2}$	153°19′	153°15′ Lx
$b^{5/2}\,b^{5/2}$ sur p	126°38′	
$pb^{3/2}$	140° 3′	
$b^{3/2}\,b^{3/2}$ sur p	100° 6′	
$pb^{5/4}$	134°51′	134°48′ Lx
$b^{5/4}\,b^{5/4}$ sur p	89°42′	
$pb^{7/6}$	132°54′	
$b^{7/6}\,b^{7/6}$	47° 6′	
pb^{1}	128°31′	128°27′ Lx
$b^{1}\,b^{1}$	77°2′	
$pb^{1/2}$	111°42′	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ sur p	43°24′	
$b^{7/2}\,b^{1/2}$	131°27′	
$b^{5/2}\,b^{1/2}$	138°23′	
$b^{3/2}\,b^{1/2}$	151°39′	
$b^{5/4}\,b^{1/2}$	156°51′	
$b^{7/6}b^{1/2}$	158°48′	
$b^{1}b^{1/2}$	163°11′	
ps	154°30′	
$p\sigma$	155°37′	155°26′ G
$a^{7}\,a^{7}$ adj.	159°58′	
$a^{5}\,a^{5}$ adj.	152°36′	
$a^{1}\,a^{1}$ adj.	103°55′	
$a^{1/2}\,a^{1/2}$ adj.	94°12′	
$a^{1/3}\,a^{1/3}$ adj.	91°57′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$b^{7/2}\,b^{7/2}$ adj.	152°22′	152°21′ G
$b^{7/2}\,a^{7}$	166°11′	
$b^{5/2}\,b^{5/2}$ adj.	142°58′	
$b^{5/2}\,a^{5}$	161°29′	
$b^{3/2}\,b^{3/2}$ adj.	125°59′	
$b^{5/4}\,b^{5/4}$ adj.	119°50′	
$b^{7/6}\,b^{7/6}$ adj.	117°36′	
$b^{1}\,b^{1}$ adj.	112°49′	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ adj.	97°51′	97°47′ Lx
$b^{1/2}\,a^{1}$	138°55′30″	138°49′ Lx
$b^{1/2}\,a^{7}$ adj.	121°20′	
$b^{1/2}\,a^{1/2}$ adj.	137°6′	
ss adj.	170°19′	170°20′ Lx
ss sur $b^{7/2}$	152°22′	152°18′ L x
ss sur p	129° 0′	
sa^{7}	168°10′	
sa^{1}	144° 9′	
$sb^{7/2}$	166° 4′	166°8′ Lx
$sb^{1/2}$	131°48′	131°46′ Lx
$b^{7/2}\,\sigma$	167°51′	167°51′ B
$b^{1/2}\,\sigma$	132°19′	132°8′ B
σa^{1}	142°52′	142°42′ B
$\sigma\,a^{1/3}$	106°	106°14′ B
$\sigma\sigma$ sur b	156°3′	155°55′ B

Formes des cristaux. L'anatase se présente toujours en cristaux : ils appartiennent à des types assez variés :

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance de l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) dont l'acuité a fait donner au minéral son nom d'anatase, c'est le plus fréquent dans l'Oisans (fig. 1 à 8, dessinées par Schrauf).

Type II. Dans ce type, au contraire, ce sont les octaèdres, moins aigus que $b^{1/2}$ et plus ou moins obtus qui dominent et en particulier b^{1}, $b^{5/4}$ (fig. 12 et 13) ou $b^{7/2}$ (117), $b^{3/2}$ (113), etc.

Type III. Cristaux aplatis suivant la base, avec $b^{1/2}$ dominant

(fig. 10 et 11) : quand ils sont microscopiques, ils deviennent parfois lamelleux suivant *p* (001).

Type IV. Cristaux avec h^1 dominant et allongement suivant l'axe vertical comme dans le zircon, les formes dominantes du pointement sont soit aiguës, soit obtuses; ce type, fréquent dans l'anatase de Binn, ne se rencontre pas dans les gisements français.

Dans tous les cristaux d'anatase, les octaèdres b^x dominent sur les octaèdres a^x.

Clivages. Clivages *p* (001) et $b^{1/2}$ (111) parfaits. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,82 à 3,95 montant à 4.11 ou 4.16 après calcination.

Coloration. Bleu indigo, jaune, brun verdâtre, noire. La coloration est souvent très irrégulière dans les cristaux de l'Oisans. Cette irrégularité se montre à peu près constante dans les lames minces qui sont alors tachetées de jaune et de bleu. Éclat adamantin parfois métallique. Poussière incolore.

Propriétés optiques. Uniaxe, négative (n_p).

$$\mathbf{n}_g = 2{,}5354 \text{ Schrauf (D)}$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}4959$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0395$$

L'anatase n'est pas toujours uniaxe. On observe parfois, dans les lames parallèles à la base, des plages à deux axes peu écartés, dans lesquelles le plan des axes est parallèle à l'une ou l'autre des arêtes $p\, b^{1/2}$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les plaques un peu épaisses ; on observe alors :

$\mathbf{n}_g$ = bleu pâle à jaune.
$\mathbf{n}_p$ = bleu foncé ou orange.

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme pour le rutile.

a) *Analyse de l'anatase de l'Oisans, par H. Rose.*

TiO	99,25
Fe^2O^3....	0,75
	100,00

Altérations. L'anatase se rencontre parfois paramorphisée en rutile.

Diagnostic. La forme de l'anatase est tout à fait caractéristique (types I à III) : ses propriétés optiques (un axe négatif) permettent aisément de la distinguer, dans les lames minces, du rutile et de la brookite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anatase se présente à peu près dans les mêmes gisements que la brookite qu'elle accompagne souvent.

1° Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques ;
2° Dans les filons métallifères ;
3° Dans diverses roches comme produit secondaire ;
4° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques.*

L'anatase accompagne l'albite et le quartz dans les fentes des schistes cristallins, des granulites, etc. (voir à *brookite*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'anatase a été signalée aux environs de Barèges. Romé de l'Isle dans sa description du *schorl bleu* de l'Oisans dit que ce minéral ressemble beaucoup aux cristaux que l'on trouve près de Barèges, avec le schorl blanc (albite) et l'asbeste (voir aussi Beudant, *Minér.* 637. 1824). J. de Charpentier n'a pas cependant cité ce minéral que je n'ai pas retrouvé moi-même, malgré mes recherches, et que je n'ai vu dans aucune collection.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué un échantillon de quartz hyalin provenant du Mail de cristal (prolongement du pic Crabère), sur lequel sont implantés de petits cristaux bleuâtres d'anatase du type commun en Oisans [$b^{1/2}$ (111)].

Ardennes. — [*Belgique*]. De petits cristaux d'anatase d'un noir bleuâtre ont été rencontrés dans un filon de quartz de Nil S[t] Vincent; ce sont des octaèdres $b^{1/2}$ (111), ne dépassant pas 1 millimètre; ils présentent parfois d'après M. Césaro, les formes a^1 (101), $b^{7/6}$ (337), $b^{7/2}$ (117), a^7 (107).

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du mont Blanc.* L'anatase a été signalée à la Tête Noire, près Chamonix (voir à *brookite*); je n'ai pas vu de cristaux de cette localité.

Savoie. La collection d'Haüy renferme un petit échantillon provenant de Notre-Dame de Briançon, au N. N.-O. de Moutiers et offrant

une grande analogie avec ceux de l'Oisans; de très petits cristaux d'anatase ($b^{1/2}$), d'un bleu presque noir, sont implantés avec de la crichtonite, du quartz, sur une granulite à grains fins.

Isère. Les gisements d'anatase de l'Oisans sont intéressants, non

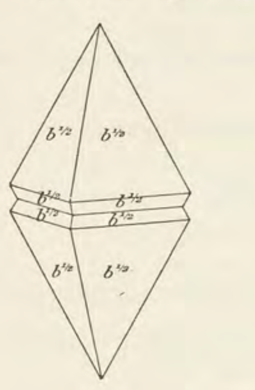
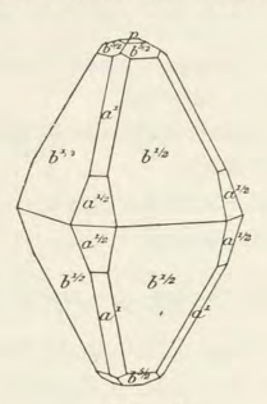
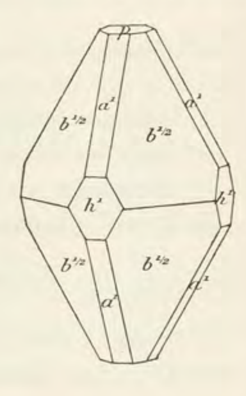




Fig. 1 à 3.
Anatase de l'Oisans (Type I).

seulement parce qu'ils fournissent en abondance ce minéral, mais encore parce que c'est là que l'anatase a été découverte en 1783, par de Bournon. Ce savant en fit mention pour la première fois dans une

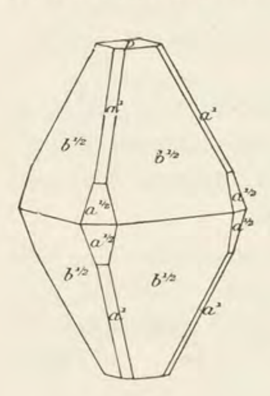
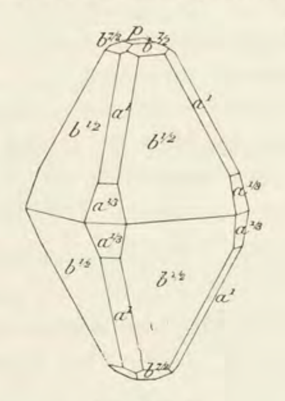
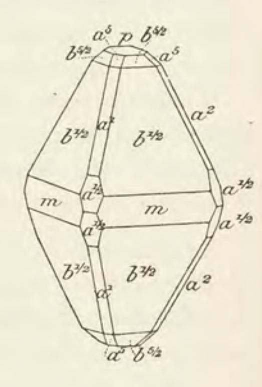




Fig. 4 à 6.
Anatase de l'Oisans (Type I).

note insérée par Romé de l'Isle, dans sa *Cristallographie* (II. 406); le cristal décrit sous le nom de *schorl bleu indigo* provenait de Maronne; peu après, de Bournon donna une description plus complète de cristaux bruns trouvés par Schreiber, près de Vaujany (*J. P.* XXX. 386. 1787)

(*schorl octaèdre rectangulaire*). Delamétherie [1] remplaça ce nom par celui d'*oisanite* (*Théorie de la terre*, II. 269. 1797). C'est Haüy qui lui donna le nom d'*anatase* qu'il porte aujourd'hui (*op. cit.*, III. 129. 1801).

Les gisements d'anatase se trouvent dans deux régions distinctes : la première est constituée par la partie cristallophyllienne de la chaîne des Grandes Rousses ; elle est limitée au Sud et au Sud-Ouest par la Romanche, à l'Ouest par son affluent, l'Olle. Les principaux gisements à citer sont : la rive gauche du ruisseau du Flumet, près du hameau de la Villette en Vaujany (au Nord d'Allemont), le rocher du Grand Fer-

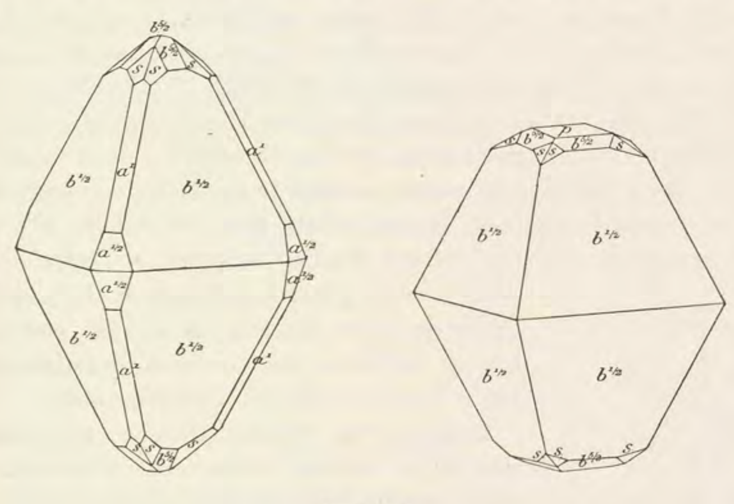


Fig. 7 et 8.
Anatase de l'Oisans (Type I).

rand, près le lac de la Fare où l'anatase se trouve avec quartz, albite, etc., dans les fentes d'une granulite, et enfin Maronne en Huez. Dans ce dernier gisement, les cristaux proviennent d'un grand filon de quartz exploité autrefois pour l'extraction du quartz hyalin ou enfumé [avec d'énormes cristaux de calcite et de sphène (spinthère)].

L'anatase accompagnée de brookite et de crichtonite est parfois implantée avec ripidolite sur des cristaux de calcite d'Armentières.

Ces gisements sont peu explorés aujourd'hui et ce ne sont pas eux qui fournissent les cristaux étudiés depuis cinquante ans. Ceux

1. H. B. de Saussure avait proposé en 1796 (*Voy. dans les Alpes*, Neuchatel, IV, 85) le nom d'*octaédrite* pour les cristaux provenant du Saint-Gothard.

qu'on explore particulièrement aujourd'hui sont en effet situés au Sud de la Romanche, entre le cours E. O. de cette rivière et son affluent le Vénéon. L'anatase s'y trouve surtout dans les fentes d'aplites à albite, plus rarement dans celles de schistes cristallins : elle y est accompagnée de cristaux d'albite (v. t. II, p. 150), d'adulaire, de quartz, de ripidolite, de calcite, de sphène, de crichtonite, plus rarement de brookite, de turnérite. Les localités à citer sont : les environs du Fresney d'Oisans, le glacier du M[t] de Lans, la Tête de Toura et la Combe de la Selle (au-dessus du pont du diable) et surtout la montagne des Puys près Saint-Christophe en Oisans, le clapier Saint-Christophe sur le bord de la nouvelle route conduisant au Plan du lac.

J'insiste sur ce fait, déjà signalé par M. Groth (*Sitzb. königl. bayr. Akad.* 1885. 396), que les minéraux titanifères de cette région se trouvent dans des fentes distinctes de celles qui fournissent l'axinite, l'épidote, la prehnite ; il y a toutefois un certain nombre de minéraux communs à ces deux catégories de gisement (quartz, albite, adulaire, calcite, chlorite).

Les nombreux auteurs qui ont étudié l'anatase de l'Isère, ne se sont pas en général préoccupés du gisement exact de leurs cristaux, il semble cependant que ce soit ceux des environs de Saint-Christophe qui aient été mis à contribution.

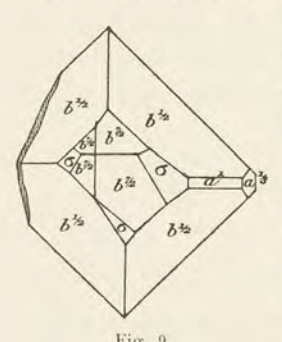


Fig. 9.
Projection sur la base d'un cristal d'anatase de l'Oisans.

L'anatase de l'Oisans présente au point de vue de la couleur d'extrêmes variations. Les types les plus fréquents sont jaunes, nuancés ou plutôt tachetés de brun, un même cristal ayant rarement une coloration homogène ; on trouve souvent aussi des cristaux d'un jaune de miel un peu rougeâtres, plus rarement d'un jaune d'or clair (avec quartz chlorité) ; les cristaux d'un bleu plus ou moins foncé, parfois presque noir, sont assez fréquents. Enfin la collection Haüy renferme deux échantillons de quartz hyalin de la Combe de la Selle, saupoudrés d'une grande quantité de très petits octaèdres d'anatase, absolument incolores ou légèrement teintés de bleu.

De même que les autres minéraux qui les accompagnent : quartz, albite, adulaire, calcite, etc., les cristaux d'anatase englobent parfois en grande abondance de petites lamelles de ripidolite ; ils sont plus rarement paramorphisés en rutile jaune d'or.

Les cristaux peuvent atteindre et dépasser 2 cm. suivant l'axe vertical ; ils sont souvent groupés en plus ou moins grand nombre à axes parallèles et enfilés suivant l'axe vertical (fig. 1). On rencontre parfois dans ces groupements des individus à formes différentes, les uns par exemple étant largement basés et les autres dépourvus de faces p (001).

Les cristaux de l'Isère ont comme caractéristique de présenter toujours l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) comme forme dominante, et parfois exclusive. D'une façon presque générale, quand le sommet quaternaire de l'octaèdre est remplacé par des facettes nombreuses, celles-ci sont très irrégulièrement développées, souvent même quelques-unes d'entre elles manquent totalement, comme cela a lieu dans la fig. 9.

Les combinaisons les plus fréquentes sont $b^{1/2}$; $b^{1/2}p$ (type I et type

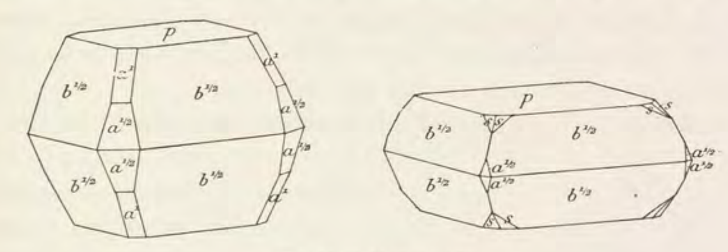


Fig. 10 et 11 (Type III).
Anatase de l'Oisans.

III) ; $b^{1/2}\,p\,\grave{a}^{1/2}\,s$ (5.1.19); $b^{1/2}\,b^{7/2}$ (117) [ou $b^{5/2}$ (115)] $a^1\,p\,s$. M. Groth a signalé (*op. cit.* 400) à la montagne des Puys la combinaison (type I) $b^{1/2}\,p\,b^{7/2}\,\tau$ (5.1.20) et $a^{1/3}$ (301) qu'il considère comme caractéristique de ce gisement ; $b^{5/2}$ et τ ne constituent que de très petites facettes : un autre cristal est très aplati suivant la base (type III), avec $b^{7/2}$ et τ largement développées. Le prisme h^1 (100) est rare (fig. 3).

La fig. 6 représente une combinaison donné par Dana : elle montre l'octaèdre a^5 (105) que je n'ai pas personnellement observé.

La fig. 9 est la projection sur p d'un cristal décrit par M. Busz (*Z. K.* XX. 557. 1892) : $b^{1/2}$ (111), $b^{7/2}$ (117), $a^{1/3}$ (301), a^1 (101) et σ (11.3.44) ; le sommet est très dissymétrique.

Hautes-Alpes. Les gisements des environs de la Grave dont il va être question, se trouvent sur le prolongement de ceux énumérés en dernier lieu entre la Romanche et le Vénéon ; ils sont de découverte récente et n'ont fait l'objet d'aucune autre étude, qu'une note sommaire

que j'ai consacrée à l'un d'eux (*C. R.* CXXII. 1429. 1896) situé dans le massif de la Meije; mes premiers échantillons m'ont été procurés par MM. Stuer et Laurent, depuis lors, MM. de la Durandière et Denis m'ont fourni de nombreux renseignements sur leur gisement.

Le principal gisement se trouve dans le vallon de la Meije, sur le flanc du Peyrou d'Amont, faisant face à la moraine du glacier du Rateau. Les cristaux sont particulièrement abondants au voisinage d'une petite fontaine, ils tapissent les fentes d'une aplite à albite qui ne renferme que des cristaux d'albite et de quartz de très petite taille. Les cristaux d'anatase sont tantôt très abondants, tantôt très clairsemés. Leur couleur est noire; ils sont parfois accompagnés de beaux cristaux de turnérite et de brookite d'un type spécial (voir p. 174).

L'anatase et la brookite accompagnées de beaux cristaux d'albite et de quartz se trouvent aussi dans les escarpements des rochers des gorges du torrent de la Meije (massif du Peyrou d'Amont), dans les fentes des chloritoschistes des bords du lac de Puy Vachier et particulièrement dans les éboulis voisins des cascades.

Les octaèdres $b^{1/2}$ (111) sont relativement rares dans tous ces gisements; généralement, ce sont des octaèdres obtus qui dominent, type II, ils sont très striés horizontalement et donnent au goniomètre des séries nombreuses d'images; j'ai cependant observé[1] avec certitude $b^{7/2}$ (117), $b^{3/2}$ (113), $b^{5/4}$ (225), et avec doute $b^{7/4}$ (227), et $b^{5/4}$ (225); de petites facettes p sont fréquentes; ces cristaux ne sont que rarement tabulaires suivant p.

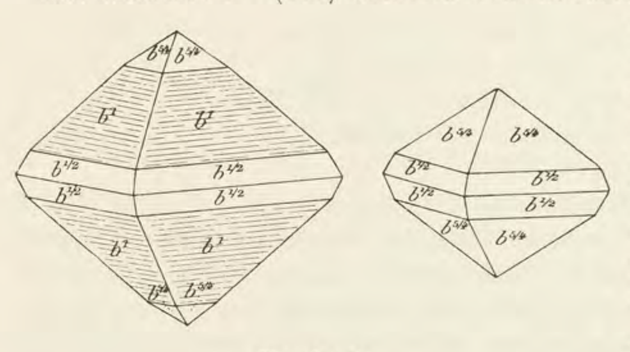


Fig. 12 et 13.
Anatase de la Meije (Type II).

Un nouveau gisement a été récemment découvert sur la rive gauche de la Romanche (torrent de la Plate Muratouse et du Mousset). Il fournit des cristaux tout à fait différents comme apparence de ceux des gisements précédents; ils sont en effet d'un jaune de miel, parfois très

1. Dans ma note précitée, l'orientation adoptée était celle de Des Cloizeaux.

clair, plus rarement d'un jaune orangé. Ils sont constitués par des octaèdres très striés, parmi lesquels dominent b^1 (112) (fig. 12), avec parfois $b^{7/2}$ (117), $b^{5/2}$ (115), $b^{5/4}$ (225). Quand $b^{1/2}$ existe, ses faces sont d'ordinaire très petites, mais fort brillantes. Quelques cristaux sont terminés par *p*. Ces cristaux qui ne dépassent guère 3 millimètres suivant l'axe vertical, sont parfois colorés en vert par des inclusions de ripidolite. On les trouve dans les fentes d'une granulite, implantés au milieu de petites masses de ripidolite lamellaire ou bien associés à des cristaux de quartz hyalin, d'albite, de calcite (d^2) jaune ambrée, à des aiguilles jaune d'or de rutile, etc.

Les fentes des chloritoschistes de la cascade des Fréaux renferment de très petits cristaux d'anatase d'un jaune d'or plus foncé que les précédents : ils accompagnent de gros cristaux de quartz hyalin. Leur petite taille ne m'a permis de les étudier complètement; j'y ai cependant observé des octaèdres très striés horizontalement $b^{7/2}$ (117), $b^{1/2}$ (111), a^7 (107) et $a^{1/2}$ (201); ces diverses formes sont souvent très brillantes.

Enfin, M. de la Durandière m'a communiqué d'intéressants échantillons provenant des mines de galène du Grand Clot. Les déblais de l'ancienne exploitation contiennent des géodes que tapissent du quartz hyalin et de la calcite incolore ou jaune brunâtre: de la ripidolite se rencontre comme remplissage de cavités ou comme pigment de ces minéraux ; il existe en outre de jolis cristaux de sphène, de la crichtonite lamellaire, de la galène et de l'anatase bleu sombre. Les cristaux de ce dernier minéral sont très petits, ils présentent des formes très variées $b^{1/2}$ ($b^{1/x}$, $a^{1/x}$) : plus rarement, ils appartiennent au type III par suite de la prédominance de la base. Ces cristaux sont quelquefois inclus dans une petite cavité au milieu d'un cristal de sphène comme s'ils s'étaient formés à ses dépens. Le quartz du filon renferme des cristaux nets de pyrite (p, $1/2\, b^2$).

2° *Dans les filons métallifères* [1].

Alpes. — *Hautes-Alpes*. On vient de voir que l'anatase se rencontre dans le filon de galène du Grand Clot; les associations minéra-

1. L'anatase a été signalée à Framont, par Carrière (*Ann. soc. émul. Vosges*, VII, 1850). Cet auteur parle d'échantillons présentés par Bertrand de Lom à un

logiques de ce gisement ne permettent guère de le séparer de ceux des autres gisements de la même région.

3° *Dans des roches diverses comme produit secondaire.*

L'anatase se rencontre comme produit secondaire dans un assez grand nombre de roches où elle se forme par altération de divers minéraux titanifères ; ses cristaux sont le plus souvent microscopiques.

a) *Formation aux dépens d'ilménite.*

Bretagne. — *Morbihan.* L'anatase accompagne parfois le rutile des gneiss des environs de Vannes (Anses de Conleau, de Salins). Von Lasaulx l'a signalée (*Z. K.* VIII. 54. 1883) sans pouvoir préciser les relations mutuelles des deux minéraux. J'ai pu résoudre cette question à l'aide de quelques échantillons que m'a remis M. de Limur.

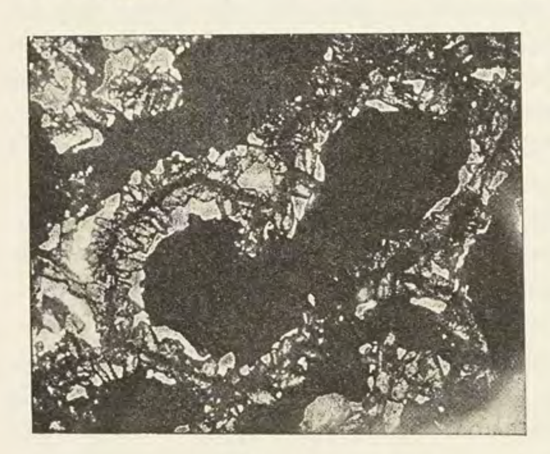


Fig. 14
Pseudomorphose de rutile en ilménite, transformée en anatase. Anse de Conleau (*Morbihan*). (*Photographie, lumière naturelle : grossissement de 20 diamètres.*)

Le rutile qui les constitue est recouvert d'une croûte de cristaux d'anatase fort brillants, mais extrêmement petits. Des lames minces taillées dans ces échantillons, montrent que l'anatase se présente en cristaux $p\ b^{1/2}$, aplatis suivant la base et implantés sans ordre dans les cavités de corrosion du rutile (fig. 14). Dans beaucoup

congrès scientifique de Strasbourg, en 1842, et dont il aurait vu un spécimen dans le musée de cette ville. M. Groth ne le cite pas dans la description de cette collection (1878). Ce spécimen consistait en une géode d'hématite cristallisée contenant un petit octaèdre aigu tronqué sur ses arêtes et de couleur brune. M. Kampmann a bien voulu me communiquer un échantillon répondant à cette description en m'autorisant à extraire l'un des deux cristaux qu'il renferme. L'angle de l'octaèdre voisin de 50° et l'hémiédrie du cristal ne laissent aucun doute sur sa nature, il est constitué non par de l'anatase, mais par de la scheelite, qui, dans ce gisement se trouve d'ordinaire sur une autre gangue (Voir à *scheelite*).

de préparations, on voit que le rutile est transformé en partie en ilménite et il est évident que c'est aux dépens de ce dernier minéral que s'est produite l'anatase. Nous ne nous trouvons donc pas en présence d'une paramorphose de rutile en anatase, ce qui serait du reste contraire à tout ce que l'on sait sur l'histoire de ces deux minéraux. Le rutile est en effet, dans les conditions naturelles, la forme la plus stable de l'oxyde TiO^2 ; on connaît des paramorphoses de brookite et d'anatase en rutile, alors que l'inverse n'a jamais été observé.

Le phénomène s'est donc effectué en deux temps ; il y a eu d'abord transformation du rutile en ilménite par fixation de fer, puis transformation d'ilménite en anatase par disparition du fer.

b) *Formation aux dépens de sphène*[1].

Vosges. — *Alsace.* J'ai cité t. II, p. 252, des pseudomorphoses de sphène, provenant des cipolins de Sainte-Marie aux Mines, et décrites par A. Müller comme constituées par de la brookite ; j'ai pu récemment, grâce à l'obligeance de M. Lesslin, étudier quelques-uns des échantillons recueillis par le père de celui-ci, qui avait fourni à Müller les éléments de son étude. Le minéral titanifère qui les constitue n'est pas de la brookite, mais de l'anatase.

Les cristaux de sphène que j'ai examinés sont englobés dans de la pseudophite, ils sont devenus ternes et tendres ; l'un d'eux est en partie recouvert de lamelles d'un noir bleuâtre très éclatantes, appliquées sur ses faces extérieures. Çà et là, on observe la tranche de lames semblables, noyées au milieu d'une matière blanchâtre ; elles sont implantées à peu près normalement aux faces du sphène. Dans un autre échantillon, les cristaux de sphène sont d'un gris bleu; leur cassure laisse voir de petits cristaux lamelleux d'un bleu de lavande pâle, distribués sans ordre.

Toutes ces pseudomorphoses sont extrêmement fragiles et tendres. Il suffit de les gratter avec une aiguille pour en détacher une poussière cristalline, en partie formée par des produits micacés et en partie par de petites lames d'un bleu foncé par transparence, ne donnant que les réactions du titane. Leur examen au microscope fait voir qu'elles sont quadratiques, aplaties suivant la base (exagération du

1. Voir p. 185 (Grand-Clot).

type III), dont les angles sont quelquefois tronqués par une petite facette, parallèlement à l'intersection de laquelle se trouvent de fines stries. Dans quelques cas, ces facettes prennent un large développement ; elles sont alors très striées; fréquemment, comme cela a lieu si souvent dans les cristaux d'anatase, une ou deux de ces facettes sont beaucoup plus développées que les autres, donnant ainsi aux cristaux un faciès dissymétrique. Ces faces striées correspondent certainement à plusieurs octaèdres, les uns extrêmemeut surbaissés, les autres au contraire, assez aigus ; il n'y a pas, du reste, possibilité de les mesurer. Enfin quelques-unes de ces lamelles portent l'indication de dioctaèdres.

A côté de ces cristaux lamelleux d'anatase, se rencontrent quelques cristaux très petits appartenant au type I. Ils sont colorés en jaune.

Au microscope, les lames couchées bien à plat sur *p* sont monoréfringentes ; elles permettent de voir en lumière convergente une croix noire (se disloquant un peu parfois) avec signe négatif.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. J'ai rencontré de nombreux cristaux microscopiques (type III) d'anatase dans les diorites d'Eup, près Saint-Béat : ils s'y trouvent à la surface ou au voisinage de cristaux de sphène, aux dépens desquels ils se sont produits.

c) *Formation aux dépens des micas.*

L'anatase se rencontre assez fréquemment comme produit secondaire *microscopique* formé dans les roches d'origine variée (granites, microgranites, gneiss, micaschistes, cipolins) aux dépens de la biotite.

Elle constitue alors de très petits cristaux gris ou bleuâtres, appartenant aux types I et III. Ceux-ci sont souvent associés à la brookite et au rutile. Leurs propriétés optiques sont surtout faciles à observer quand leur hôte a été entièrement chloritisé et qu'il est devenu presque monoréfringent dans les sections *p* (001), sur lesquelles ils sont d'ordinaire couchés.

Je citerai particulièrement à cet égard : le granite du glacier des Gourgs Blancs (*Hautes-Pyrénées*), les porphyrites micacées de Pranal près Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*).

d) *Formation d'origine incertaine.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. P. Gautier m'a remis un échantillon qu'il a recueilli à Avèze, non loin du gisement de bourno-

nite, décrit t. II, p. 704. Il consiste en un fragment du quartz laiteux qui constitue des amandes dans le gneiss de cette localité ; la paroi d'une fente d'environ 2^{cm} carrés est couverte d'un enduit cristallin jaune de miel foncé dont j'ai pu isoler quelques petites lamelles d'anatase, aplaties suivant la base (type III).

Le minéral originel aux dépens duquel s'est formée cette anatase a disparu, peut-être était-ce de l'ilménite?

4° *Dans les roches sédimentaires.*

L'anatase est un des minéraux lourds et durs qui se rencontrent dans le résidu ultime de la désagrégation des diverses roches constituant les gisements étudiés plus haut, mais il est particulièrement intéressant de retrouver ce minéral jusque dans des calcaires sédimentaires où il est mis en évidence par la dissolution de la calcite dans un acide.

M. Thürach (voir à *brookite*) l'a notamment signalé dans les dolomies triasiques de Sulzbad [*Alsace*], dans les marnes aptiennes de Bellegarde (*Ain*), dans les sables de Bracheux (*Oise*) et de Châlons-sur-Vesles (*Marne*), dans les sables tertiaires de Figanières (*Var*).

M. Cayeux l'a également trouvé (voir à *brookite*) dans la craie du Nord et du pays de Bray, dans celle (sénonien et turonien) du Sud-Ouest du bassin de Paris et enfin dans les tuffeaux éocènes. Les cristaux de tous ces gisements appartiennent aux types I et plus souvent II.

Les conclusions auxquelles conduit l'étude de ces minéraux ont été exposées à l'article *brookite*.

GROUPE DU RUTILE

Les minéraux qui constituent ce groupe sont quadratiques et isomorphes; ils présentent une remarquable analogie dans leurs formes dominantes et leurs macles : ceux dont les propriétés optiques sont

étudiables, sont très biréfringents, très réfringents et optiquement positifs. Ces minéraux sont les suivants :

Rutile.	TiO^2
Zircon	$(Zr, Si)O^2$
* *Thorite*........	$(Th,Si)O^2$
Cassitérite	SnO^2
* *Plattnérite*	PbO^2
Polianite	MnO^2

La thorite et la plattnérite ne se trouvent dans aucun gisement français.

RUTILE

TiO^2

Quadratique.

$b : h = 1000 : 455,486$. $D = 707,107$.

$[a : c = 1 : 0,644154$ (Miller)$]$[1].

Formes observées : m (110), h^1 (100), h^3 (210), h^2 (310) ; $b^{1/2}$ (111) ; a^1 (101), $a^{1/3}$ (301).

Macles. 1° Macle suivant a^1 (101). Les axes verticaux des deux individus constituants font entre eux un angle de 114°26′.

Cette macle est la plus fréquente, à l'état macroscopique. Quand elle est constituée par deux individus elle constitue la *macle en genou*, semblable à la fig. 6 de la cassitérite (page 224) : elle est souvent formée par plusieurs individus et donne un groupement en couronne quand les faces a^1 de contact de ceux-ci sont toutes dans la même zone (fig. 1). Il existe aussi des groupements fermés de 6 ou 8 cristaux qui n'ont pas été trouvés dans les gisements français.

Fig. 1.
Rutile. Macle polysynthétique suivant a^1 $(10\bar{1})$.

Cette macle se trouve aussi à l'état microscopique sous forme de

1. Des Cloizeaux a pris pour m (110) le prisme que je note ici h^1 (100), la hauteur restant la même ; par suite mon a^1 (101) $= b^1$ (112) (Dx), $a^{1/3}$ (301) $= b^{1/3}$ (332), $b^{1/2}$ (111) $= a^1$ (101) (Dx), etc.

bandes hémitropes qui, dans les sections basiques, servent de bissectrice aux clivages m (110).

2° Macle suivant $a^{1/3}$ (301). Cette macle, très rare à l'état macroscopique, donne naissance à un groupement en forme de cœur (fig. 2), dans lequel les axes verticaux des composants font entre eux des angles de 54°44'. Elle est au contraire très abondante à l'état microscopique.

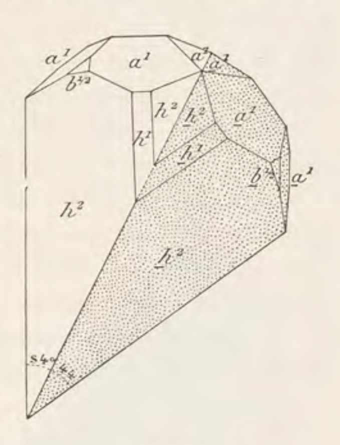


Fig. 2.
Rutile. Macle suivant $a^{1/3}$ (301).

3° Macle suivant $a^{2/9}$ (902). Cette macle est toujours polysynthétique et accompagnée de plans de séparation.

Les groupements réticulés de la variété *sagénite* sont dus à la combinaison de ces deux macles, maintes fois répétées. Ils diffèrent ainsi des groupements à 60° et 120° d'aiguilles groupées sur un minéral à symétrie ternaire (hématite) ou pseudoternaire (mica) qui a parfois disparu.

	Angles calculés.		Angles calculés.
$m\ m$	90°	$m\ a^1$	112°31'
$m\ h^3$	161°34'	$a^1\ a^1$ adj.	134°58'
$m\ h^2$	153°26'	$h^1\ b^{1/2}$	118°26'
$m\ h^1$	135°	$h^1\ a^1$ sur $b^{1/2}$	90°
$h^3\ h^3$ sur h^1	126°52'	$b^{1/2}\ a^1$ adj.	151°34'
$h^1\ h^3$	153°26'	$^*b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	123°8'
$h^2 h^2$ sur h^1	143° 8'	$h^2\ b^{1/2}$ adj.	129°43'
$h^1\ h^2$	161°34'	$h^2\ a^1$ sur $b^{1/2}$	61°2'
$a^1\ a^1$ sur p	114°26'		macle suivant a^1
$a^1\ h^1$	122°47'	$m\ \bar{m}$	134°58'
a^1 $^{/3\ 1}$	152°38'	$h^1\ \bar{h}^1$	114°26'
$a^1\ a^{1/3}$	150° 9'	$h^1\ \bar{a}^1$	171°39'
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	95°20'		macle suivant $a^{1/3}$
$b^{1/2}\ m$	132°20'	$h^1\ \bar{h}^1$	54°44'

Faciès des cristaux. Les cristaux de rutile sont toujours allongés suivant l'axe vertical ; parfois cet allongement est tellement considérable que le minéral devient filiforme (*sagénite*, *cheveux de Vénus*) : les faces de la zone verticale sont cannelées. Suivant les échantillons, c'est h^1 (100) ou m (110) qui domine, mais à l'inverse de ce qui a lieu

pour le zircon et la cassitérite, l'octaèdre a^1 (101) est d'ordinaire plus développé que $b^{1/2}$ (111) (fig. 5.)

Un allongement suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$, semblable à celui du type IV de la cassitérite, a été rencontré dans les cristaux de rutile des Black Hills et de Saxe : je crois pouvoir rapporter à un semblable allongement les aiguilles de rutile incluses dans quelques grenats.

Clivages. Clivages faciles suivant h^1 (100) et suivant *m* (110), très difficiles suivant $b^{1/2}$ (111).

Plans de séparation suivant $a^{2/9}$ (902) ; c'est l'existence de ces plans de séparation, inégalement faciles dans des cristaux de la Caroline du Nord, qui avait fait penser à l'existence d'une nouvelle forme rhombique (*edisonite*) de TiO^2. J'ai observé sur un cristal de Saint-Yrieix des plans de séparation répétés, parallèles à a^1 (101), dont les traces sur un clivage h^1 se coupent suivant un angle de 147°13′.

Dureté. 6, à 6,5.

Densité. 4,18, 4,25 à 5,2 (variétés ferrifères).

Coloration et éclat. Rouge, brun rouge, jaune, blond doré (sagénite) bleuâtre, violet, rarement vert. Poussière brun pâle. Transparent en lames minces, le minéral est alors brun rouge, plus rarement bleu.

Éclat métallique adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe positif (n_g).

$$\mathbf{n_g} = 2{,}9029 \text{ (Na) Bärwald}$$
$$\mathbf{n_p} = 2{,}6158$$
$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}2871$$

Le rutile présente parfois des anomalies optiques consistant en lamelles maclées biaxes qui, dans les sections basiques, se montrent au milieu de plages uniaxes ; leur plan des axes est parallèle aux faces *m*. En lumière convergente, on observe des images rappelant celles de la brookite, mais très dissymétriques (Vannes, Saint-Yrieix, etc.). Ces phénomènes ont été décrits par von Lasaulx qui les regardait comme dus à des lamelles maclées uniaxes inégalement inclinées sur la base. Mallard les a expliqués par des groupements de cristaux monocliniques.

Les aiguilles de rutile allongées suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ présentent dans leur zone d'allongement des extinctions obliques variant de 0° à 45° qui les ont fait récemment considérer par M. Holland comme constituées par un minéral triclinique.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Groupements de

rutile et d'hématite. Ces groupements sont assez fréquents : le rutile est disposé sur les faces a^1 (0001) de l'hématite et de l'ilménite, de telle sorte que l'une de ses faces h^1 (100) coïncide avec la base de ce minéral : l'axe quaternaire est perpendiculaire à l'une des arêtes a^1 p de l'hôte. Souvent il existe en outre, d'autres cristaux disposés à 60° des précédents, de telle sorte que leur axe quaternaire est perpendiculaire à une arête a^1 $e^{1/2}$ (0001) (01$\bar{1}$1) de l'hématite.

Dans ces groupements, une face a^1 du rutile est sensiblement parallèle à une face p de l'hématite. [h^1 a^1 (rutile) = 122°47′, a^1 p (hématite) = 122°30′], une autre face a^1 coïncidant avec une face $e^{1/2}$ de l'hématite : une face $b^{1/4}$ (221) du rutile coïncide à peu près avec une face e_3 (22$\bar{4}$3) de l'hématite [a^1 $b^{1/4}$ (rutile) = 118°46′, a^1 e_3 (hématite) = 118°53′]. De ces analogies, depuis longtemps signalées par Vom Rath, Mallard et d'autres, M. Wallerant conclut que l'axe binaire du rutile, parallèle à l'axe ternaire de l'hématite, est en réalité un axe ternaire approché du réseau du rutile qui serait monoclinique.



Fig. 3.
Groupement régulier de rutile et d'hématite, implanté sur un cristal de quartz. (*Photographie un peu grossie.*)

Groupements de rutile et de micas. — Le rutile est fréquemment inclus en longues aiguilles dans les micas (surtout dans la phlogopite et la biotite) ; son origine est alors soit primaire, soit secondaire. Ces aiguilles sont régulièrement disposées parallèlement ou perpendiculairement aux faces m (110) et g^1 (010) de leur hôte et se coupent par suite suivant des angles de 60° et de 30°. C'est le même type de groupement qu'avec l'hématite.

L'existence de semblables aiguilles détermine le phénomène de l'astérisme que présentent parfois les micas ; la présence d'aiguilles de rutile dans certains grenats conduit au même phénomène.

Quant aux groupements plus ou moins réguliers de rutile et de brookite et d'anatase, ils constituent des paramorphoses de ces minéraux.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

Ti =	60,0
O =	40,0
	100,0

Il existe toujours une petite quantité de fer ; les variétés contenant de 2 à 3 °/₀ de Fe $^2O^3$ sont noires et ont reçu le nom de *nigrine* ; celles qui en contiennent davantage, souvent plus de 10 °/₀, sont appelées *ilménorutile*, mais il est bien probable que dans un grand nombre de cas, le fer n'existe pas dans ces minéraux à l'état combiné, mais seulement sous forme d'ilménite à l'état de mélange physique (voir page suivante.)

Une variété verte chromifère a été signalée par Haüy. Le rutile de Saint-Yrieix renferme des traces de vanadium, de molybdène et d'étain.

Analyses du rutile.

a) de Gourdon (*Saône-et-Loire*) } par A. Salvetat (in Virlet
b) de Villeneuve (*id*) } *B.S.G.* III, 25.1846) ;
c) de Saint-Yrieix, par H. Rose, (*A.P.C.* XXX. 130).
d) de Saint-Yrieix, par M. Damour (in Dx., *op. cit.* II, 1986).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
TiO^2.....	97,96	98,47	98,47	97,60
Fe^2O^3...	1,96	0,72	1,53	1,55
Perte....	0,08	0,81	»	»
	100,00	100,00	100,00	99,15
Densité..	4,237	4,241	»	4,209

Essais pyrognostiques. Infusible. Le rutile se dissout dans le sel de phosphore, en donnant une perle incolore qui, chauffée au feu réducteur, devient violette en refroidissant. Si le minéral est ferrifère, la perle donne d'abord la couleur du fer et il faut ajouter un peu d'étain pour voir apparaître celle du titane. Le rutile fondu avec du carbonate de soude est dissous ; si l'on traite le produit de cette fusion par l'acide chlorhydrique, puis si l'on ajoute de l'étain à la dissolution très concentrée, on voit apparaître une coloration violette caractéristique du titane. Le produit de la fusion avec le carbonate de soude, placé dans une solution sulfurique de morphine, le colore en rouge cramoisi (voir à *ilménite*).

Insoluble dans les acides, même l'acide fluorhydrique (procédé d'extraction du rutile des roches où il existe à l'état microscopique).

Altérations. Malgré sa résistance aux actions chimiques des laboratoires, le rutile présente dans la nature d'assez fréquentes transformations secondaires.

Transformation en ilménite. — Cette transformation est une des plus fréquentes et me paraît constituer les variétés que l'on appelle *nigrine*, *ilménorutile*. La marche de la pseudomorphose peut être suivie facilement au microscope ; on voit l'ilménite, noire, opaque, se produire à la périphérie des cristaux de rutile, gagner de proche en proche le long des clivages et constituer dans l'intérieur du cristal lui-même de petites taches ou des lames qui sont translucides et brunes quand leur épaisseur est très faible (fig. 4).

Les analyses suivantes, publiées par von Lasaulx, ont été faites sur de semblables pseudomorphoses des environs de Vannes (*Z. K.* VIII. 51. 1883). Elles permettent de suivre le passage insensible entre le rutile et l'ilménite presque pure : *a*) représente la composition chimique du rutile pauvre en inclusions ferrugineuses ; *b*), celle du rutile déjà entouré d'une couronne périphérique d'ilménite ; *c*) celle d'un échantillon présentant à l'œil nu un aspect métallique très analogue à celui de l'ilménite, il n'est transformé que sur les bords ; *d*) celle de l'ilménite ne renfermant plus que quelques restes de rutile.

	a)	b)	c)	d)
TiO^2	97,22	89,76	76,10	55,38
FeO	2,83	6,23	17,35	36,31
Fe^2O^3		3,88	5,40	8,25
	100,05	99,87	98,85	99,94
Densité	4,173	4,278	54,63	4,69

A Vannes, l'ilménite s'altère à son tour en une masse jaune ocreuse que M. de Limur a désignée sous le nom d'*hydrorutile* et que von Lasaulx considère comme étant peut-être formée par du sphène (leucoxène) altéré et par suite comparable au *xanthitane*. Les échantillons que j'ai examinés sont souvent riches en anatase formée aux dépens de l'ilménite (voir à *anatase*).

Transformation en sphène. — L'examen microscopique de nombreuses roches et particulièrement des amphibolites et des gneiss amphiboliques montre qu'il existe de nombreux groupements de rutile

et de sphène (leucoxène), il est facile de voir qu'ils sont d'origine secondaire et l'on peut souvent même suivre les étapes successives de cette épigénie.

La transformation inverse s'observe aussi dans d'autres gisements où c'est le rutile qui se forme par voie secondaire aux dépens du sphène.

Diagnostic. La couleur rouge, l'éclat, la netteté des clivages quadratiques, joints à la haute densité, constituent les meilleurs caractères extérieurs distinctifs du rutile. Dans les lames minces, sa couleur jaune, son relief et sa biréfringence énergiques ne permettent de le confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de rutile sont nombreux et variés; ce minéral se trouve plus souvent encore comme élément microscopique des roches que comme produit cristallisé macroscopique. Je l'étudierai successivement :

1° Dans les roches éruptives.
2° Dans les schistes cristallins.
3° Dans les roches sédimentaires.
4° Dans les formations filoniennes.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Comme élément normal.*

α) Dans les granites et les pegmatites.

Le rutile est peu abondant comme élément normal des roches éruptives ; il existe cependant, sous forme d'inclusions, dans le quartz de certains granites et de certaines pegmatites. Je l'ai observé en très petits cristaux dans la granulite à cordiérite englobée dans les brèches basaltiques des environs du Puy (Rocher Corneille) (*Haute-Loire*). Les cristaux présentent les formes mh^1 a^1 $b^{1/2}$.

Le même minéral se trouve dans la pegmatite de la grève de Kerlérous en Saint-Pol (*Finistère*).

6) Dans les ariégites.

Le rutile est abondant en fines aiguilles dans le pyrope des roches pyroxéniques qui forment des filons minces dans la lherzolite de Prades (Ariège) et de Moncaup (Haute-Garonne), que j'ai récemment décrites sous le nom d'*ariégites*. Les aiguilles ont une extinction oblique et me paraissent allongées suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$, comme les cristaux de cassitérite de la Loire-Inférieure.

J'ai pu m'assurer par une séparation à l'aide de l'acide fluorhydrique que ces cristaux sont bien constitués par du TiO^2 ; les diverses hypothèses (disthène, etc.) proposées pour expliquer l'obliquité des extinctions de ces inclusions aciculaires dans le grenat de diverses localités ne sont donc pas exactes : elles sont du reste incompatibles avec la haute réfringence et la forte biréfringence du minéral qui nous occupe.

b) *Comme élément secondaire.*

Le rutile est au contraire très abondant comme élément microscopique secondaire dans la plupart des roches éruptives; il s'y forme notamment par altération de la biotite. Il est distribué dans la face p (001) de ce minéral, en longues aiguilles souvent régulièrement disposées parallèlement ou perpendiculairement à ses faces m (110) et g^1 (010). Elles sont accompagnées fréquemment de brookite et d'anatase qui s'en distinguent bien par leurs formes nettes, leur défaut d'allongement aciculaire et par leurs propriétés optiques.

Il est impossible de citer de gisements, ils sont légion, surtout dans les roches riches en biotite [granites, syénites et diorites micacées, minettes, kersantites et toute la série des roches lamprophyriques (orthophyres et porphyrites micacées)].

Plus rarement, le rutile se produit dans les mêmes conditions au milieu de la hornblende des diorites [contacts endomorphes du granite du col de Liauzès, près Ax (*Ariège*)].

Enfin, il n'est pas rare, associé ou non au sphène (leucoxène), parmi les produits de décomposition de l'ilménite des roches basiques (gabbros, diabases notamment).

2° *Dans les schistes cristallins.*

Le rutile est extrêmement abondant dans les schistes cristallins et c'est au milieu d'eux que se trouvent les gisements français les plus importants. En outre des localités étudiées plus loin, dans lesquelles ce minéral se trouve en gros cristaux, l'étude microscopique fait voir l'extrême dissémination du rutile dans les gneiss, les gneiss amphiboliques, pyroxéniques, les amphibolites, les pyroxénites, les *éclogites* et les micaschistes.

C'est particulièrement dans les amphibolites que l'on trouve de beaux exemples de transformation de rutile en ilménite et en sphène (leucoxène); j'en ai décrit notamment de bons types dans les roches du Morbihan et du Finistère (*B. S. M.* XII. 133 et 140. 1889).

Bretagne. — *Morbihan.* Le golfe du Morbihan renferme, au voisinage de Vannes, de nombreux gisements de rutile (anses de Salins, de Sené, de Conleau), découverts par M. de Limur (*op. cit.*) qui a fourni à von Lasaulx les éléments d'un travail intéressant (*Z. K.* VIII. 51. 1883). Ces cristaux, dont les formes sont rarement nettes, sont engagés dans le gneiss et l'on observe tous les passages entre le rutile pur, à clivages faciles et l'ilménite; la forme quadratique des cristaux est parfois visible, ainsi que les macles en genou ou les macles polysynthétiques.



Fig. 4.
Rutile se transformant en ilménite qui constitue le fond noir de la figure (anse de Conleau (*Morbihan*). Lame mince, parallèle à *p* (001). (*Photographie, lumière naturelle, grossissement de 20 diamètres.*)

La transformation du rutile en ilménite s'effectue par la périphérie, le cristal devient alors noir de fer et c'est en le brisant que l'on observe un noyau rouge, intact, quand toutefois la transformation n'a pas été totale. L'examen microscopique d'une lame mince, perpendiculaire à l'axe vertical du cristal de rutile (fig. 4) montre comment l'ilménite gagne de proche en proche

en suivant les clivages h^1 (100), de préférence aux clivages m (110); tantôt elle s'observe dans le rutile à l'état opaque, tantôt elle y forme des lamelles brunes translucides (voir les analyses page 195).

Les micaschistes et les amphibolites de l'île de Groix sont très riches en rutile; les beaux échantillons sont particulièrement abondants sur le flanc Ouest du ravin de Locmaria, vis-à-vis du gisement d'ilménite décrit plus loin. Le rutile s'y rencontre sous forme de grands cristaux noirs ou d'un rouge noirâtre, très allongés suivant l'axe vertical, souvent groupés en grand nombre à axes parallèles ou d'une façon très irrégulière. Ils sont très fréquemment ployés, contournés, brisés et ressoudés; leurs faces (m, h^1, $b^{1/2}$, a^1) sont généralement peu brillantes et arrondies; le rutile se trouve aussi en très gros cristaux rouges, engagés dans du quartz filonien.

Loire-Inférieure. Le rutile est particulièrement abondant dans les éclogites dont il est un des éléments constitutifs : il y présente parfois les macles microscopiques suivant $a^{1/3}$ (301) [Fay] etc. On l'y trouve en cristaux atteignant plus d'un centimètre et présentant souvent des faces planes et brillantes; ce sont les mêmes formes qu'à l'île de Groix (fig. 5). De beaux cristaux se rencontrent fréquemment aussi dans les veines quartzeuses qui traversent les éclogites; les gisements à citer sont la Gagnerie-du-Brignan en Bouvron, le Cellier, Saint-Philbert de Grandlieu.

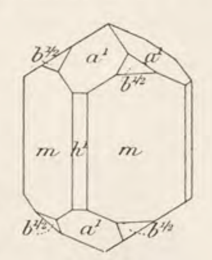


Fig. 5.
Rutile, forme commune. (Groix, Arignac, Bournac, Lys, etc.)

Je n'ai pu savoir exactement où se trouve un gisement de rutile cité par Haüy (*op. cit.*, IV. 303. 1801) à Pont James ou les Noyers (Poitou) : peut-être s'agit-il de Pont James en Saint Colombin où il existe des éclogites, ou des Noyers en Saint-Paul en Pareds (*Vendée*), ce qui s'accorderait mieux avec l'indication Poitou : dans ce cas, ce minéral proviendrait des micaschistes.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli de jolis cristaux de rutile à formes nettes, $m\,h^1\,b^{1/2}\,a^1$ dans les bancs silicatés des cipolins d'Arignac (fig. 5); ce minéral est accompagné de humite, spinelle, pargasite, phlogopite, etc.; les cristaux ne dépassent pas 3 millimètres suivant l'axe vertical.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le rutile en aiguilles très petites, mais à faces brillantes est fréquent dans les gneiss et les granulites que l'on trouve en blocs dans les tufs basaltiques ; il est particulièrement abondant dans les leptynites grenatifères à diaspore de Bournac (fig. 5).

Puy-de-Dôme. Le rutile a été rencontré dans les gneiss à la côte d'Anchal près Pontgibaud et à Saugère en Servant ; il s'y trouve à l'état épars dans les terres labourées.

Haute-Vienne. Le rutile des environs de Saint-Yrieix-la-Perche est connu de longue date ; on le trouve dans cette région gneissique en cristaux épars dans les champs et les ruisseaux ; il est recherché pour l'industrie des produits chimiques. Les gisements précis se trouvent à Marsac et au Pont-Rompu, près Coussac-Bonneval et à Lacaux de Glandon. Ce n'est que rarement que l'on trouve le rutile adhérent au gneiss ou à du quartz. Le Muséum possède un échantillon dans lequel un fragment de cristal de rutile est englobé dans un mélange de quartz et de grosses baguettes de sillimanite.

Le rutile du Limousin est rouge foncé, parfois noir ; ses clivages sont souvent d'une très grande netteté ; sa composition a été donnée plus haut. J'ai passé en revue près de 150 kg. de fragments de rutile de cette région, j'y ai trouvé quelques cristaux à formes nettes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101), simples ou maclés suivant a^1. Ces macles sont généralement répétées et souvent un groupe de trois ou quatre individus est accolé sur un cristal plus gros qui possède l'orientation de l'un des éléments de la macle (fig. 6 à gauche). La fig. 6 (à droite) est la reproduction de l'unique macle en cœur suivant $a^{1/3}$ (301) macroscopique que j'ai rencontrée en France. Toutes ces macles n'ont que rarement des faces distinctes, il est probable que dans la zone verticale leurs faces arrondies, non mesurables, correspondent à h^2 (310).

Fig. 6.
Rutile de Saint-Yrieix (*Haute-Vienne*). Macle suivant a^1 (101) à gauche, macle en cœur suivant $a^{1/3}$ (301). (*Photographie grandeur naturelle.*)

Le rutile abonde dans les gneiss, les leptynites d'autres parties du Limousin et notamment à la Grolière près Saint-Yrieix-sous-Aixe,

à Aixe-sur-Vienne, à Ferrussac près Saint-Léonard, etc. (Barret, *Géol. du Limousin*, 1821).

Saône-et-Loire. Le rutile existe en grande quantité dans la bande de gneiss passant par Gourdon et Villeneuve-en-Montagne ; ce gisement a été décrit par Virlet d'Aoust (*B. S. G.* III. 425. 1845) ; les localités les plus riches se trouvent à Gourdon, au Nord de l'église, au Champ Dubos près le hameau de Montbretange, ainsi qu'à Villeneuve. Les échantillons que j'ai recueillis à Gourdon sont les plus gros cristaux de rutile que j'ai observés en France ; ils atteignent 4^{cm} de plus grande dimension ; ce sont des prismes *m* (110), h^1 (100), avec $b^{1/2}$ (111) ; la macle en genou n'est pas rare (type de la fig. 6). Les cristaux ont des clivages prismatiques dont la couleur est d'un rouge magnifique et il est facile d'en isoler des lames translucides.

De même qu'à Saint-Yrieix, les cristaux ne se voient pas en place, ils gisent épars dans les terres labourées où l'on peut les recueillir après des pluies. Les faces des cristaux sont raboteuses, entourées de paillettes de biotite ; souvent le minéral se trouve enveloppé par du quartz.

Le rutile de Gourdon est assez abondant pour avoir été recherché pour l'industrie chimique.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Je réunis ici tous les gisements dans lesquels le rutile se rencontre au milieu des roches sédimentaires normales ou transformées au contact de roches éruptives ou par métamorphisme général ou dynamique ; l'anhydride titanique existant dans toutes les argiles, il est naturel de rencontrer du rutile sous forme cristalline dans les schistes résultant de la transformation de roches argileuses.

a) *Dans les roches sédimentaires métamorphiques.*

α) En l'absence de roches éruptives.

Le rutile est un élément microscopique presque constant des schistes argileux, des phyllades (schistes ardoisiers) (Ardennes, Anjou, etc.), des schistes micacés paléozoïques, des schistes lustrés des Alpes, etc. Il s'y présente souvent sous forme d'aiguilles capillaires extrêmement fines, mais parfois aussi leurs formes sont distinctes et se rapportent aux types habituels. Les cristaux maclés, d'ordinaire raccourcis suivant l'axe vertical, sont extrêmement fréquents et la macle en cœur

qui est si rare à l'état macroscopique est au contraire extrêmement répandue sous la forme microscopique : elle se présente alors avec une netteté de forme tout à fait schématique (fig. 2). Les phyllades des Ardennes, les schistes lustrés des Alpes (notamment ceux du Mont-Cenis) peuvent être cités d'une façon toute particulière à cet égard.

Le rutile des phyllades peut être aisément isolé par traitement à l'acide fluorhydrique de la roche finement pulvérisée ; il reste comme dernier résidu.

Le rutile se rencontre parfois dans les calcaires intercalés dans des phyllades. Le gisement suivant doit être particulièrement cité à cet égard.

Alpes. — *Savoie.* J'ai trouvé de jolis cristaux de rutile dans les calcaires à albite de Modane (voir tome II, p. 163) ; ils y sont peu abondants et il est rare de les rencontrer dans la roche, bien qu'ils atteignent souvent plusieurs millimètres suivant l'axe vertical. Ayant traité par l'acide chlorhydrique une centaine de kilogrammes de ces calcaires, j'ai pu extraire du résidu insoluble quelques grammes de cristaux de rutile ; j'ai en outre trouvé quelques jolis cristaux implantés sur ceux d'albite ou de quartz. Dans quelques cristaux d'albite, la proportion du rutile est telle qu'il les colore en noir.



Fig. 7.
Rutile réticulé (*Photographie grossie de moitié*).

Ces cristaux de rutile sont extrêmement brillants, très allongés suivant l'axe vertical, ils présentent la forme reproduite par la fig. 5, avec très fréquentes macles suivant a^1 (101) ; celles-ci se produisent souvent par enchevêtrement réticulé d'un grand nombre d'individus (type de la fig. 7, mais avec groupements à claire-voie).

De petits cristaux nets de sphène sont parfois embrochés par le rutile.

β) Au contact de roches éruptives.

Le rutile se trouve dans beaucoup de schistes métamorphisés par les roches éruptives et notamment par le granite, mais je ne l'y connais que comme élément microscopique. Il n'en est pas toujours de même

dans les calcaires modifiés par les ophites et les lherzolites des Pyrénées, car dans le gisement suivant j'en ai observé de jolis cristaux macroscopiques. Dans les autres gisements analogues de la même région (voir à *dipyre*), le rutile se trouve assez souvent en petits cristaux dans le résultat de la dissolution de ces calcaires par un acide.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les beaux échantillons de tourmaline brun foncé, trouvés dans le gypse de Lys au voisinage des ophites (voir t. I, p. 105) sont accompagnés de fort jolis cristaux de rutile que l'on voit engagés dans le gypse laminaire dont il est facile de les séparer par dissolution aqueuse. Ces cristaux de rutile ont des faces très éclatantes ; un peu allongés suivant l'axe vertical, ils présentent les formes m (110), h^3 (210), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) et probablement d'autres octaèdres que la petite taille des cristaux (ils dépassent rarement un millimètre de plus grande dimension) ne permet pas de mesurer. Ils appartiennent au type de la figure 5, mais avec grand allongement suivant l'axe vertical. Les macles suivant a^1 (101) sont fréquentes ; l'un des deux individus composants est généralement plus petit que l'autre ; ces macles sont souvent réticulées.

Haute-Garonne. De jolis cristaux de rutile se rencontrent dans les calcaires de Saint-Béat métamorphisés par l'ophite : ils sont engagés dans des masses vertes, constituées par de la fuchsite, de l'apatite, de la tourmaline associées à de la fluorine violette.

b) *Dans les calcaires sédimentaires et les alluvions.*

Le rutile en petites aiguilles ou en cristaux se trouve avec anatase dans le résidu du traitement par un acide des calcaires d'un assez grand nombre des régions indiquées, p. 175, à l'occasion de la brookite.

Enfin le rutile est fréquent dans les sables provenant de la désagrégation de tous les genres de gisements étudiés plus haut et s'y concentre avec les éléments les plus denses et les plus durs.

4° *Dans les formations filoniennes.*

a) *Dans les filons métallifères.*

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* M. Bréon a signalé le rutile en petit cristaux microscopiques dans le résidu du traitement par les

liqueurs denses du quartz des filons de pyrite oxydée de Chizeuil près Bourbon-Lancy (*B. S. G.* VIII. 291. 1880).

Alpes. — *Savoie.* Aux environs de Moutiers en Tarentaise, se trouve un très curieux gisement de rutile découvert par Héricard de Thury (*J. M.* XV. 401. 1803) et fournissant encore de très intéressants échantillons. Le rutile se rencontre dans un filon mince (0^m, 40) et dans de petits filons secondaires de moindre importance qui, au voisinage d'une masse de gypse, traversent les schistes argilotalqueux de Salins (rive gauche du Doron), au-dessous du hameau de Laschaux (l'Echaud de la carte d'État Major).

Le remplissage du filon est constitué par du quartz, de la calcite et de la sidérite ; le rutile en aiguilles jaunes d'or plus ou moins foncé, à éclat métallique extrêmement vif, est enveloppé par ces trois minéraux, mais surtout par la calcite. Il se trouve en outre en buissons de petites aiguilles dans les cavités naturelles du filon et dans celles d'origine secondaire produites par la transformation de la sidérite en limonite. Quand le quartz se présente en cristaux transparents à faces brillantes, on voit à travers celles-ci des aiguilles dorées de rutile, formant un très bel effet. La calcite englobe souvent de très larges lames d'hématite dans lesquelles ou sur lesquelles s'observent en abondance des aiguilles de rutile. Il est fort probable que les agrégats réticulés, analogues à celui que représente la fig. 17 et que l'on trouve parfois dans ce gisement, doivent leur orientation originelle à de l'hématite postérieurement disparue.

Par la couleur de son rutile et les conditions de sa formation, le filon de Laschaux occupe une place à part parmi les gisements de rutile.

b) *Dans les filons quartzeux et dans les remplissages incomplets des fentes.*

Le rutile n'est pas rare dans plusieurs des gisements de quartz hyalin décrits page 65, soit qu'il constitue de longues aiguilles dans le quartz lui-même, soit qu'il se trouve avec anatase, brookite, etc., en cristaux nets, recouvrant les parois des fentes de roches diverses. Cette catégorie de gisement qui fournit de si beaux cristaux dans le Valais est cependant moins bien représentée dans nos Alpes françaises.

Bretagne. — *Finistère.* De petits cristaux de rutile se trouvent à la surface des lames d'ilménite des filonnets quartzeux qui traversent

les schistes primaires de Locquirec. Ils sont, comme dans les cristaux du Valais, disposés régulièrement dans la face a^1 (0001) de l'ilménite, de telle sorte que leur axe quaternaire coïncide avec un des axes binaires de leur hôte (fig. 3).

Alpes. — *Massif du Mont-Blanc. Savoie.* Les fentes des schistes cristallins du massif du Mont-Blanc renferment quelquefois d'assez beaux cristaux de rutile, tantôt engagés dans du quartz et tantôt isolés dans des géodes de ce minéral ; ils rappellent alors par leur forme ceux de la vallée de Binn (fig. 5). Ils sont d'un brun rouge, très cannelés verticalement dans la zone prismatique, dont les faces sont rarement nettes ; les cristaux sont terminés par les faces a^1 (101) et $b^{1/2}$ (111) ; les macles par accolement ou par entrecroisement suivant a^1, les groupements réticulés (fig. 7) ne sont pas rares.

Le même minéral se rencontre aussi en fines aiguilles d'un blond doré dans le quartz hyalin et notamment au glacier des Bois.

Isère et Hautes-Alpes. Le rutile en fines aiguilles a été depuis longtemps indiqué en inclusions dans le quartz du Dauphiné et notamment aux alentours d'Huez et du glacier du mont de Lans.

On trouve aussi ce minéral en aiguilles entrecroisées (sagénite), intimement associées aux cristaux d'anatase de la région de Saint-Christophe. Il y est relativement peu commun. D'assez jolis échantillons analogues, d'un jaune d'or, se trouvent depuis peu de temps avec anatase sur les bords du torrent de la Plate Muratouse (rive gauche de la Romanche non loin de la Grave, *Hautes-Alpes*).



Fig. 8.
Quartz de Madagascar avec aiguilles de rutile. (*Cheveux de Vénus*). (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Madagascar. — Le quartz hyalin de Madagascar est parfois extrêmement riche en aiguilles de rutile rouge ou blond doré qui peuvent atteindre jusqu'à un décimètre de longueur suivant l'axe vertical, avec une fraction seulement de millimètre de diamètre ; assez souvent cependant

ces cristaux sont plus épais, ils ont alors une belle teinte rouge et il est possible de définir leurs faces de la zone verticale (m et h^1).

Quand ces aiguilles sont très longues, très fines et entrecroisées, elles présentent dans les échantillons polis un enchevêtrement inextricable d'une belle couleur blond doré, qui en font des échantillons recherchés dans les collections (*Cheveux de Vénus*).

C'est probablement de ce même genre de gisement que provient un échantillon de rutile isolé que possède la collection du Muséum ; il est constitué par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'aiguilles d'un beau rouge et mesurant environ 2 cm. suivant l'axe vertical.

Aucun des échantillons de quartz hyalin à inclusions de rutile venant de Madagascar que j'ai étudiés ne portait d'indication précise de gisement.

Nouvelle-Calédonie. — De gros cristaux très cannelés de rutile, atteignant la grosseur du doigt, se trouvent engagés dans du quartz laiteux à Galarino. Le même minéral existe aussi, mais en moins gros cristaux dans les amandes quartzeuses des micaschistes d'autres gisements de la pointe N.-O de l'île, ainsi que dans les micaschistes eux-mêmes (vallée du Diahot, etc.). Ces cristaux offrent les formes communes (fig. 5) et la macle suivant a^1 ; ils sont parfois remarquablement tordus en S.

ZIRCON

(Zr, Si) O^2.

Quadratique.

$b : h = 1000 : 452,7935$ [1] D = 707,107.

$[a : c = 1 : 0,640347$ (Dx)].

Formes observées. m (110), h^1 (100) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111), $b^{1/6}$ (331) ; $a_3 = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^1)$ (311), $z = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^1)$ (511).

1. J'ai adopté une hauteur moitié de celle choisie par Des Cloizeaux, afin de mettre en évidence l'isomorphisme du zircon et des autres espèces du groupe. Par suite $b^{1/2} = b^1$ (Dx) ; $b^{1/6} = b^{1/3}$ (Dx), a_3 (311) $= a_2$ (312) (Dx), z (511) $= z$ (512), etc.

Macles. La macle suivant a^1 (101) si fréquente dans la cassitérite et le rutile est rare dans le zircon et n'a pas été observée dans les gisements français.

Les mesures suivantes ont été prises sur des cristaux d'Espaly (Lx), et du Tonkin (Lx′).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	90°		$h^1 a^1$	90°	
mh^1	135°		$b^{1/2} a_3$	151°40′	151°35′ Lx′
a^1h^1	122°38′	122°35′ Lx′	$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	123°20′	123°22′ Lx′
$a^1 a^1$ s. p	114°44′		$b^{1/6} b^{1/6}$ adj.	96°51′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. p	95°40′	95°41′ Lx′	zz s. h^1	158°23′	
$b^{1/2} m$	132°10′	132°15′	$a_3 a_3$ s. h^1	147°3′	
$b^{1/6} b^{1/6}$	40°24′		$b^{1/6} a_3$ adj.	154°54′	
$b^{1/6} b^{1/2}$	152°22′	152°20′ Lx	zz s. m	115°56′	
$b^{1/6} m$	159°48′		$z b^{1/6}$	147°58′	
$h^1 z$	159°39′	159°40′ Lx′	$a_3 a_3$ s. m	132°43′	
$h^1 a_3$ adj.	148°19′	148°15′ Lx′	mz adj.	142°43′	
$h^1 b^{1/2}$	118°20′	118°19′ Lx′	ma_3 adj.	143°19′	

Faciès. Le zircon est toujours cristallisé. Ses cristaux appartiennent aux trois types suivants :

Types I et II. Ces types sont caractérisés par l'allongement des cristaux suivant l'axe vertical ; l'un des prismes h^1 (100) (type I, fig. 2 et 3) ou m (110) (type II, fig. 12) domine, il est souvent associé à de petites faces m (110). Les cristaux sont toujours terminés par $b^{1/2}$ (111) dont les faces présentent souvent un développement très dissymétrique (fig. 4 et 5). Quand a_3 (311) est très développé, les cristaux ont un pointement très aigu (fig. 13). Ces deux types passent fréquemment de l'un à l'autre.

Les cristaux du type I affectent parfois l'apparence d'un rhombododécaèdre par suite d'un égal développement des faces h^1 et $b^{1/2}$ (fig. 6).

Type III. Les prismes sont réduits ou absents, l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) domine (fig. 1 et 10) ou existe seul. Les faces de $b^{1/2}$ (111) sont parfois courbes.

Clivages. Clivages m (110) parfois très nets, clivages moins nets suivant $b^{1/2}$. Cassure conchoïdale.

Dureté. 7,5.

Densité. La densité moyenne est de 4,68 à 4,70, mais elle varie beaucoup entre les extrêmes 4,1 et 4,86 ; elle augmente après chauffage des cristaux au rouge, 4,863 (Espaly) (Church).

Coloration et éclat. Incolore, jaune ou brun enfumé (jargon), orange, rouge, brunâtre (hyacinthe), vert. La couleur est parfois variée dans un même cristal et distribuée suivant des zones parallèles aux faces *m* et $b^{1/2}$. Les variétés colorées perdent leur couleur par exposition à la lumière ou par calcination. M. Spezzia a montré que dans ce dernier cas les variations de couleur sont dues à de l'oxyde de fer (*Att. Sc. Tosc.* XII. 37. 1896). Poussière incolore.

Éclat adamantin. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif (n_g.)

n_g = 1,9682 (Ceylan) Sanger (D).
n_p = 1,9239.
$n_g - n_p$ = 0,0443.

Le zircon présente parfois des anomalies optiques étudiées par Mallard, Brauns et Wallerant. Les cristaux taillés normalement à l'axe se montrent formés par quatre secteurs biaxes, séparés par les diagonales de la face, avec parfois une place centrale uniaxe; la bissectrice est parallèle à l'axe quaternaire, le plan des axes est un peu incliné sur la trace de l'un des plans diagonaux de la section, les quatre secteurs ayant une orientation symétrique par rapport à l'axe quaternaire : l'écartement de l'axe est faible. Mallard considère le minéral comme monoclinique.

Pléochroïsme. Les cristaux de zircon hyacinthe, examinés en lames d'une épaisseur supérieure à un millimètre, sont à peine pléochroïques, avec maximum suivant n_g.

Inclusions. Le zircon renferme assez souvent des inclusions microscopiques (inclusions liquides avec bulle, inclusions gazeuses et peut-être vitreuses, cristaux aciculaires de nature indéterminée).

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule (Zr, Si)O^2 est donnée en *a*; il existe généralement un peu d'oxyde de fer.

Analyses du zircon d'Espaly.

a) par Berzelius (*P. A.* IV. 131. 1825);

b) par Nylander (*Act. Univ. Lund* II, *in N. J.* 488. 1870).

	a)	b)	c)
SiO^2......	32,8	33,48	33,23
ZrO^2......	67,2	67,16	66,03
Fe^2O^3.....	»	»	0,62
	100,0	100,64	99,88

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau; les variétés colorées se décolorent ou blanchissent. Le zircon finement pulvérisé et fondu avec de la soude dans un creuset d'argent, puis attaqué par l'acide chlorhydrique faible, donne une solution qui colore le papier de curcuma en orangé ($Zr\,O^2$). Décomposé par fusion par le carbonate de soude ou le sel de phosphore; réduit en poudre, il est attaqué difficilement par l'acide sulfurique concentré et bouillant.

Altérations. Le zircon est ordinairement très réfractaire à l'altération, mais dans quelques gisements, il s'hydrate et devient monoréfringent. Le produit d'altération qui en résulte a reçu divers noms (œrstedtite, auerbachite, malacon, etc.), il est étudié à l'article *malacon*.

Diagnostic. Le zircon se distingue de la thorite par sa dureté plus grande, par sa biréfringence, par sa résistance à l'action de l'acide chlorhydrique. Le xénotime qui possède la même forme que le zircon et une densité voisine (4,45 à 4,56) est moins dur (4,5); son clivage prismatique est parfait; après attaque par le carbonate de soude, la liqueur donne la réaction de l'acide phosphorique, de l'yttria, du lanthane et du didyme (voir aussi à *monazite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'étude microscopique a montré l'extrême abondance du zircon dans toutes les roches éruptives (surtout dans les roches granitiques et syénitiques), dans les schistes cristallins, les roches sédimentaires métamorphiques et enfin les sédiments résultant de la destruction des roches précédentes. Il s'y trouve toujours cristallisé.

Il est généralement le plus ancien des minéraux des roches qui le renferment, et se trouve par suite en inclusions dans tous les autres.

Inclus dans les micas (et surtout dans la biotite), dans les chlorites, dans la cordiérite, dans l'andalousite, parfois dans les amphiboles, les pyroxènes, etc., le zircon y détermine des *auréoles pléochroïques* intenses (voir à *biotite*).

Le zircon étant à la fois très lourd et très réfractaire à l'action de l'acide fluorhydrique, il est facile de l'isoler des roches qui le renferment par l'action combinée des liqueurs denses et de cet acide. On peut alors constater au microscope la netteté de ses formes : dans les granites, les cristaux appartiennent surtout aux types I et II, avec ou sans a_3 (311).

Dans les paragraphes qui suivent, je ne m'occupe que du zircon se présentant en cristaux macroscopiques.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

a) *Dans les roches granitiques*[1] *et syénitiques et dans les schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai trouvé des cristaux de zircon dans les pegmatites à microcline blanc qui traversent les cipolins d'Itsatsou ; ils sont d'un brun chocolat et accompagnés de sphène de même couleur ; ils présentent des prismes très raccourcis m (110) $b^{1/2}$ (111), avec de petites facettes h^1 (100) (*B. S. M.* XIV. 324. 1891).

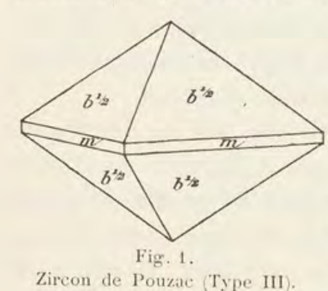


Fig. 1.
Zircon de Pouzac (Type III).

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de zircon très petits, mais extrêmement nets et brillants se rencontrent dans la syénite néphélinique de la sablière de Pouzac (type III) ; ce sont des octaèdres $b^{1/2}$ (111), avec parfois des facettes m (fig. 1) ; ils sont d'un brun chocolat.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Je ne connais pas de gisement en place où l'on trouve des cristaux macroscopiques de zircon dans les granites et les gneiss et cependant c'est là qu'il faut chercher l'origine des cristaux de ce minéral qui sont si abondants dans les cendres volcaniques de la région. Des enclaves de granulites plus ou moins fondues, renfermant des cristaux nets de zircon, se rencontrent en effet dans les scories basaltiques des environs du Puy (Denise, le Croustet, etc.) et y ont été signalées dès 1821 par Bertrand Geslin (*Bull. soc. philom.* 165) : j'en ai moi-même observé plusieurs échantillons.

Puy-de-Dôme. Je n'ai trouvé nulle part de zircon macroscopique dans les roches anciennes en place de ce département, mais de beaux cristaux de ce minéral se rencontrent dans des granulites feldspathiques à grands éléments existant à l'état d'enclaves dans le basalte de Montaudou près Royat et plus rarement au cap de Prudelles. Ces cristaux rouges sont identiques à ceux d'Espaly décrits plus loin (types I et II) ; ils ont des arêtes vives et des faces planes.

Vosges. — *Haute-Saône*. M. Jecker m'a communiqué de petits octaèdres $b^{1/2}$ de zircon, d'un brun violacé, ayant 2 à 3 mm. d'arête ; ils

1. Voir à *Malacon*.

proviennent de la syénite rose qui, à Miélin, coupe le granite à hornblende de Servance.

Alpes. — *Isère.* J'ai isolé de très jolis cristaux incolores de zircon d'une amphibolite altérée provenant de Chanrousse.

Ils n'ont guère qu'un millimètre suivant l'axe vertical, mais ils sont remarquables par leur limpidité et la netteté de leurs faces *m* (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) (fig. 11). Ils sont absolument incolores.

b) *Dans les sanidinites des trachytes.*

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai trouvé du zircon en très grande quantité dans les sanidinites enclavées dans les trachytes de Menet (*les Encl. des roches volc.*). Il s'y présente avec des formes et des aspects variés, soit comme élément normal, soit comme produit drusique secondaire (voir page 215).

Les cristaux d'origine primaire sont d'un rouge plus franc que ceux d'Espaly, leurs faces sont brillantes ; ils ont en moyenne 2 à 3 millimètres de plus grande dimension. Ils appartiennent au type II et offrent les faces m $b^{1/2}$ a_3.

J'ai recueilli un autre type de zircon dans une sanidinite compacte, riche en corindon ; les cristaux ne présentent que l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) ; ils sont de couleur brune et ne dépassent pas un millimètre.

c) *Dans les roches basaltiques et dans leurs tufs comme élément énallogène.*

Les plus beaux cristaux de zircon que j'ai à étudier sont ceux qui se rencontrent dans les tufs basaltiques et plus rarement dans les basaltes eux-mêmes et dans les andésites augitiques, sous forme d'enclaves énallogènes; ils résultent de la démolition de roches granitiques ou gneissiques dont on rencontre parfois en même temps des fragments non attaqués renfermant le même minéral à l'état intact. Le zircon de ce genre de gisement est accompagné de corindon qui a la même origine, ainsi que de divers minéraux (pyroxène, amphibole, magnétite) qui, eux, proviennent du magma volcanique.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le zircon abonde en cristaux isolés dans les sables du petit ruisseau du Riou Pezzouliou près du village d'Espaly à la porte du Puy-en-Velay. Depuis fort longtemps, il y est recherché par les gens du pays. En 1774, Pasumot (*J. P.* III.

442), puis quatre ans plus tard, Faujas de Saint-Fond (*Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*, 185. 1778) ont décrit ce gisement et indiqué le procédé de lavage à la batée qu'employaient les paysans pour recueillir les cristaux qui étaient ensuite séparés à la main de la magnétite et du corindon. Les gros cristaux étaient vendus à part et les petits cédés à raison de « dix sols l'once à des Genevois qui viennent exprès les acheter ». Ces auteurs confondaient le minéral qui nous occupe avec le grenat.

Bien que le Riou Pezzouliou (ruisseau pouilleux) soit encore le gisement principal du zircon dans le Velay, ce minéral existe aussi dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dans les tufs basaltiques d'un grand nombre d'autres localités et dans les sables provenant de leur lavage naturel. L. Pascal (*Étud. géol. Velay*, 1865. 400) a cité les suivants : le Croustet, Denise, Taulhac, Mons, Ours, Bilhac, Vialette et enfin le Coupet près Sainte-Elbe.

Le zircon se trouve aussi en cristaux engagés dans des roches compactes (basaltes, andésites augitiques à faciès basaltique) et dans les scories basaltiques de ces divers gisements, notamment aux orgues d'Espaly.

Aux environs d'Espaly, le Riou Pezzouliou et le Croustet d'où part ce ruisseau, fournissent réunis tous les types cristallographiques que j'ai observés dans le zircon du Velay. Les cristaux sont d'ordinaire d'un rouge hyacinthe, souvent absolument transparents ; plus rarement, ils sont verts presque incolores (par chauffage), jaunes, rouges ou de couleur brique et alors opaques, à aspect jaspoïde. La collection du Muséum renferme un petit cristal rouge hyacinthe à ses deux extrémités, blanc et craquelé dans sa partie médiane.

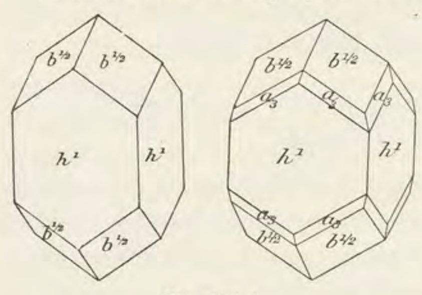


Fig. 2 et 3.
Zircon d'Espaly (Type I).

Il est extrêmement rare de trouver des cristaux à arêtes vives et à faces planes, le plus souvent les angles sont arrondis, les faces courbes. Pour observer des cristaux à arêtes vives, il faut les chercher dans les blocs de granulite imparfaitement fondue qui, comme je l'ai dit plus haut, constituent la gangue originelle de ce minéral. L'arrondissement des faces est dû à une attaque superficielle par le magma basaltique

qui les a englobés plutôt qu'à un commencement de fusion. Le cours du Riou Pezzouliou est du reste trop peu important pour que cet arrondissement des cristaux puisse être attribué à un phénomène d'usure, d'autant plus qu'à part le corindon, peu abondant relativement au zircon, tous les minéraux qui accompagnent celui-ci dans ces sables sont moins durs que lui. J'ai observé plusieurs cristaux de zircon ayant des faces creuses.

La forme la plus habituelle des cristaux d'Espaly, est celle du type I (fig. 2 et 3). Les cristaux sont assez allongés suivant l'axe vertical et présentent les faces h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111) dominantes, avec souvent a_3 (311) et des faces m (110) plus ou moins développées (fig. 8, passage du type I à II).

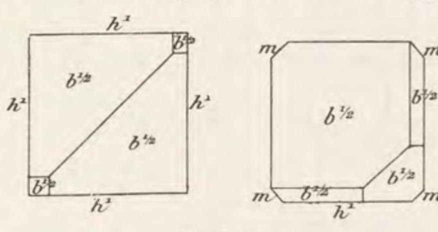


Fig. 4 et 5.
Zircon d'Espaly : projection sur la base de cristaux à pointement dissymétrique.

Très souvent, les faces $b^{1/2}$ du sommet sont inégalement développées, deux d'entre elles, et généralement deux faces opposées, présentent un développement exagéré donnant un pointement à apparence orthorhombique (fig. 4), alors que dans d'autres cas, le pointement a un aspect monoclinique (fig. 6).

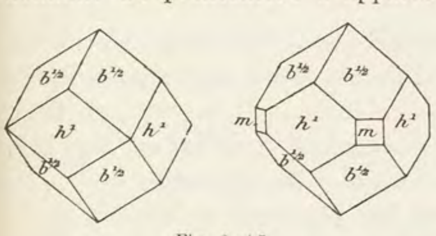


Fig. 6 et 7.
Zircon d'Espaly (Type I).

On trouve plus fréquemment encore des cristaux raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 6 et 7) dont les faces h^1 et $b^{1/2}$ sont également développées, de telle sorte que le cristal, quand m n'existe pas, a l'apparence d'un rhombododécaèdre régulier (fig. 6); il rappelle la forme de certains cristaux de zircon de Miask.

Le type II, caractérisé par la prédominance du prisme m (110), (fig. 12) est assez rare à Espaly; j'en ai cependant recueilli quelques bons cristaux, ce sont eux qui m'ont servi aux mesures données plus haut, deux d'entre eux ont en effet des faces planes et très brillantes. Je n'ai trouvé la forme $b^{1/6}$ que sur un seul cristal; elle y est assez développée (fig. 9).

Le type III est très rare, je ne l'ai observé que dans deux cristaux

mesurant environ 5^{mm}, que j'ai trouvés à Espaly et dans quelques très petits cristaux de la collection du Muséum provenant du Croustet ; je l'ai vu aussi dans de petits cristaux faisant partie d'une bombe de granulite de Denise. Dans ces cristaux, l'octaèdre $b^{1/2}$ est seul ou associé à de très petites facettes *m* (110) ou h^1 (100) (fig. 1 et 10).

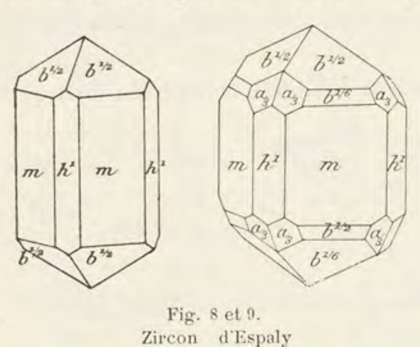


Fig. 8 et 9.
Zircon d'Espaly

Fig. 10.
Zircon d'Espaly (Type II).

Dans les cristaux du Coupet se trouvent les types I et II ; le type II me paraît être plus fréquent que le type I, mais je ne saurais l'affirmer, car je n'ai observé qu'un petit nombre de cristaux de cette localité, alors que j'ai minutieusement passé en revue plus de 10 kilogr. de cristaux d'Espaly.

Dorlhac a décrit les cristaux du Coupet (*Soc. Acad. Puy*, XVI, 597). Il y a indiqué les formes représentées par la fig. 8, et en outre la combinaison h^1, *m*, $b^{1/2}$, a^1 (101), dont je donne ici la projection sur la base (fig. 11) ; je n'ai pas observé moi-même l'octaèdre a^1.

Fig. 11.
Zircon d'Espaly : Projection sur la base.

Puy-de-Dôme. Les pépérites et basaltes de la Limagne renferment comme assez grande rareté des cristaux de zircon semblables à ceux du Puy ; ils sont généralement isolés et souvent brisés (pépérites du château de la Grange près Saint-Jean d'Heurs, basalte de la Roche Savine). J'ai parlé page 210 des enclaves de granite à zircon du basalte de Montaudou et du cap de Prudelles.

d) *Dans les enclaves des roches volcaniques comme élément d'origine métamorphique.*

Plateau Central. — *Cantal.* Les sanidinites des trachytes de Menet ne renferment pas seulement les zircons décrits plus haut qui ressemblent comme forme à ceux d'Espaly et qui constituent un de leurs éléments normaux, j'y ai trouvé aussi de petits cristaux d'un rose pâle ou incolores, limpides, de la forme m (110), $b^{1/2}$ (111) (fig. 12); ils sont accompagnés de cristaux de sphène, très allongés suivant l'axe vertical, d'aiguilles d'apatite. Ces divers minéraux sont le résultat d'action de fumerolles, on les rencontre souvent en effet implantés sur les minéraux (sanidine, biotite) en voie de résorption.

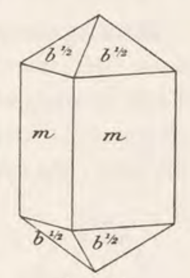


Fig. 12.
Zircon de Menet.
(Type II)

Puy-de-Dôme. C'est à un mode de formation identique qu'il faut rapporter de fines aiguilles roses de zircon qui se trouvent en assez grande abondance associées à de l'augite verte, de la magnétite, plus rarement de l'hypersthène, etc., dans les cavités d'andésites diabasiques, enclavées par le trachyte du Capucin au Mont-Dore. Les formes observées sont m h^1 $b^{1/2}$ a_3 (types I et II).

Les faces de ces cristaux sont souvent creusées de cavités irrégulières, comme celles qui sont si fréquentes dans les minéraux formés par voie de sublimation : parfois il n'existe dans le pointement que deux faces adjacentes $b^{1/2}$.

J'ai récemment rencontré des cristaux de zircon, identiques à ceux du Capucin, dans les enclaves énallogènes d'un filon de trachyte du Sancy (val d'Enfer) et de l'andésite du puy de Pallaret, sur le bord du chemin descendant à Vassivière.

2° *Dans les formations sédimentaires.*

a) *Dans les sables de formation actuelle.*

Le zircon, grâce à sa dureté, à sa résistance aux actions chimiques et à sa densité se concentre parmi les produits lourds des sables résultant de la désagrégation des roches éruptives et cristallines. Quand on traite par les liqueurs denses les sables d'une région où se rencontrent ces roches, on y trouve en quantité plus ou moins grande des

cristaux de zircon souvent microscopiques, mais avec des formes remarquablement nettes. A une époque où cette constatation n'était pas banale comme aujourd'hui, M. Michel Lévy a signalé ce minéral dans les sables du Mesvrin dans l'Autunois (*Saône-et-Loire*) (*B. S. M.* I. 39. 1878).

C'est pour la même cause que le zircon se rencontre dans le résidu du lavage de tous les sables aurifères passés en revue t. II, p. 427. Je ne citerai spécialement que les deux gisements suivants :

Madagascar. — Les lavages aurifères des environs de Mevatanana (Bélambo) ont fourni des cristaux de zircon rouge hyacinthe tout à fait identiques à ceux d'Espaly (type I) ; ces cristaux sont très roulés et souvent extrêmement arrondis, leur forme devient alors difficile à démêler ; ils sont accompagnés de cristaux de corindon bleu, de grenat, de cymophane et de tourmaline lithique, etc., et proviennent probablement des schistes cristallins ou des granulites, de même que les fragments de quartz hyalin et des autres minéraux qui les accompagnent.

Fig. 13.
Zircon de Yen-Bay.

Tonkin. — J'ai observé dans les sables aurifères du fleuve Rouge (Yen-Bay) de très jolis cristaux limpides, incolores ou rosés de zircon : ils appartiennent aux types I et II, mais avec très grand développement des faces a_3 (311), qui donnent à leurs sommets une forme aciculaire. Il existe aussi de petites facettes z (511) et a^1 (101) (fig. 13). Ces cristaux sont accompagnés par des grains de disthène, de grenat, de magnétite et des lamelles d'or natif.

b) *Dans les roches sédimentaires d'âge varié.*

Le zircon se rencontre comme élément clastique dans un grand nombre de roches sédimentaires antérieures à l'époque actuelle et notamment dans les calcaires : on le trouve parmi les minéraux lourds restant après traitement de ces roches par l'acide chlorhydrique.

C'est ainsi que M. Thürach l'a signalé dans les calcaires et les dolomies sédimentaires de la plupart des gisements qui ont été cités dans des conditions analogues à la description de la brookite, de l'anatase et du rutile.

De même, M. Cayeux a observé en grande abondance ce minéral dans les assises crétacées et tertiaires du Nord de la France et du Sud-Ouest du bassin de Paris ; il a donné dans son mémoire précité une planche (pl. IX) représentant les nombreux aspects de ce zircon microscopique et qui répondent aux diverses formes étudiées plus haut; ces zircons renferment de fréquentes inclusions.

CASSITÉRITE

SnO^2

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 475{,}402. \quad D = 707{,}107.$$

$$[a : b = 1 : 0{,}67232 \text{ (Becke)}].$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^2 (310), h^3 (210), h^5 (320) ; a^1 (101); $b^{1/2}$ (111) ; a_5 (321).

Macles. Macles suivant a^1 (101) extrêmement fréquentes, se produisant soit par contact (*bec d'étain*, *macle en visière*), soit par pénétration. Elles offrent des aspects variés, suivant que les individus composants appartiennent aux types I (fig. 6 à 9), III ou IV (fig. 13).

Ces macles souvent polysynthétiques donnent lieu à des groupements compliqués qui seront étudiés plus loin.

La macle suivant $a^{1/3}$ (301) n'est connue qu'à l'état microscopique dans des cristaux artificiels.

J'ai mesuré les angles de ce tableau sur de petits cristaux de la Villeder.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$m\ m$	90°		$p\ a^1$	146°10′	
$m\ h^5$	168°41′	168°39′ Lx	$a^1\ h^1$	123°50′	
$m\ h^3$	161°34′	161°36′ Lx	$a^1\ a^1$ sur p	112°10′	112°9′ Lx
$m\ h^2$	168°41′		$p\ b^{1/2}$	136°26′30″	
$m\ h^1$	135°		* $b^{1/2}\ m$	133°33′	133°30′ Lx
$h^5\ h^1$	146°19′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	92°53′	
$h^3\ h^1$	153°26′	153°29′ Lx	$p\ a_5$	112°25′	
$h^3\ h^1$	126°19′		$p\ h^5$	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
⌈ $m\ a_5$	155°1′		Macle suivant a^1		
$m\ a^1$	113°14′1	113°12′			
⌊ $a^1\ a^1$ sur b^1	133°32′		$a^1\ \bar{a}^1$	135°59′	
$a_5\ a_5$ av. sur m	118°18′		$h^1\ \bar{a}^1$	168°15′30″	
$a_5\ a_5$ sur h^1	159°6′30″		$m\ \bar{b}^{1/2}$	161°41′	
⌈ $h^1\ b^{1/2}$	119°10′		$m\ \bar{m}$	133°32′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ adj.	121°41′	121°12′	$h^1\ \bar{h}^1$	112°10′	112°15′ Lx
⌊ $b^{1/2}\ a^1$	150°50′		$b^{1/2}\ \bar{b}^{1/2}$	141°31′	

Formes et faciès. La cassitérite se présente sous trois types distincts comparables à ceux du zircon.

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical avec m (110) dominant, toujours $b^{1/2}$ (111) et fréquemment a^1 (101) (fig. 4).

Type II. La présence du dioctaèdre a_5 (321) ajoutée aux formes du type I donne aux cristaux un aspect aciculaire très caractéristique (*Needle tin ore*) (fig. 18).

Type III. Cristaux octaèdriques, caractérisés par la prédominance de $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 et 17), avec quelquefois h^1.

Type IV. Parfois les cristaux octaédriques du type III sont extrêmement allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$; les cristaux sont prismatiques suivant cette arête et présentent un aspect monoclinique (fig. 2), qui devient orthorhombique quand existe la macle suivant a^1 (fig. 13).

La base p (001) est relativement rare (fig. 5); les faces m (110) sont parfois ternes; les faces des zones [$b^{1/2}$ a^1] et [h^1 m] sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles; dans la zone verticale, les stries se transforment souvent en profondes cannelures.

Les macles sont très fréquentes surtout dans le gisement de la Villeder qui sera étudié plus loin.

Le nom d'*étain de bois* a été donné à une variété de cassitérite à cause de sa structure fibreuse et concrétionnée ; sa couleur est brunâtre. L'*étain d'alluvion* est formé par des cristaux ou fragments de cristaux arrondis par le frottement.

Clivages. Clivages, h^1 (100) imparfaits, $b^{1/2}$ et m à peine distincts. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 6 à 7. Fragile.

Densité. 6,8 à 7, 1.

Coloration et éclat. Brune ou noire, plus rarement rouge, grise, jaune, blanche. L'examen microscopique fait voir que les cristaux de cassitérite sont presque toujours zonés de différentes couleurs (fig. 3). Poussière blanche grise ou brunâtre.

Transparente, translucide ou opaque. Éclat adamantin ; les cristaux sont souvent très éclatants.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif (n_g).

$$n_g = 2{,}0934 \text{ (Grübenmann) Na}$$
$$n_p = 1{,}9966$$
$$n_g - n_p = 0{,}0968$$

Pléochroïsme. La cassitérite est pléochroïque dans les teintes jaunes et brunes : ce pléochroïsme est assez visible suivant les localités ; le plus intense que j'ai observé (Hin Boun) se produit dans les teintes suivantes :

n_g = jaune brun à noir.
n_p = jaune d'or à gris de fer.

Composition chimique. La cassitérite est de l'oxyde d'étain presque pur, avec parfois des traces de Fe^2O^3, de Nb^2O^5, de Ta^2O^5. La composition théorique est la suivante :

Sn.....	78,6
O......	21,4
	100,0

La cassitérite de Montebras est particulièrement riche en Nb^2O^5 qui, d'après les essais de Caron, s'élève en moyenne à 2 à 3 °/₀, et exceptionnellement à 5 °/₀ (*C. R.* LXI. 1064. 1875) ; elle se rapproche par suite de l'*ainalite* de Nordenskiöld, qui renferme jusqu'à 9 °/₀ de Ta^2O^5. Pour le mettre en évidence, il faut chauffer au rouge sombre le minéral, avec 25 °/₀ de charbon, puis le reprendre par l'acide chlorhydrique bouillant qui laisse à l'état insoluble de l'oxyde noir de niobium. Ce résidu, traité par un courant de chlore sec au rouge se transforme en chlorure volatil qui, traité par l'acide chlorhydrique étendu, donne du Nb^2O^5 facile à purifier à l'aide du sulfhydrate d'ammoniaque.

Essais pyrognostiques. Infusible. Au chalumeau, avec la soude, donne un globule d'étain métallique entouré d'un enduit blanc. A peu près inattaquable par les acides. Avec les flux, donne les réactions du fer dans les variétés ferrifères.

Diagnostic. La forme et les macles, le globule d'étain donné au

chalumeau, permettent de distinguer facilement la cassitérite des minéraux lourds qui l'accompagnent. Ce diagnostic est complété par la transparence en lames minces, la couleur différente suivant des zones régulières. La biréfringence est moindre que celle du rutile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cassitérite est surtout un minéral d'émanation des granulites ; dans presque tous les gisements qui vont être passés en revue, elle se trouve en relation immédiate avec ces roches. On la rencontre beaucoup plus rarement dans des filons sulfurés. Je l'étudierai successivement :

1° Dans la granulite en cristaux disséminés.

2° Dans des filons en relation avec la granulite.

3° Dans des filons sulfurés.

4° Dans les alluvions.

Les gisements des trois dernières catégories seulement ont un intérêt économique, mais de fort beaux cristaux se trouvent parfois dans le premier genre de gisement.

1° *Dans les granulites.*

Je ne m'occupe ici que des gisements dans lesquels la granulite renferme de la cassitérite en l'absence de filons stannifères. Au voisinage de ces derniers, la granulite contient toujours ce minéral finement disséminé.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De beaux cristaux de cassitérite se rencontrent dans les granulites riches en muscovite à Nantes même et dans ses environs immédiats (au-dessus du gué Moreau, route de Rennes, Doulon). Ces cristaux sont d'ordinaire noirs de fer, engagés soit dans le feldspath, soit dans le quartz ; ils atteignent plusieurs centimètres de plus grande dimension. Leur forme (type III) est celle de l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) avec souvent a^1 (101) (fig. 1) ; ils sont fréquemment très allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ et ont alors la forme de prismes de 121°45′, dans lesquels il est difficile au premier abord de reconnaître la cassitérite, surtout lorsque les faces $b^{1/2}$ supérieures de la figure 2 sont brisées ; ces cristaux sont quelquefois maclés suivant a^1.

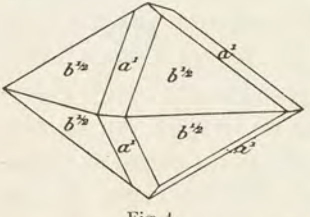


Fig. 1.
Cassitérite de Nantes (Type III) (*Loire-Inférieure*).

La cassitérite se rencontre sous les mêmes formes dans la pegmatite d'Orvault, avec tourmaline verte, rouge, etc.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Il existe dans la Haute-Vienne quelques gisements qui établissent le passage entre le type qui vient d'être étudié et les véritables filons stannifères. Au milieu du gneiss, se rencontrent des filons ou des massifs de granulite, traversés par des filons de pegmatite au milieu desquels, se trouvent des zones riches en lépidolite, topaze, albite, etc. et enfin des mouches de cassitérite.

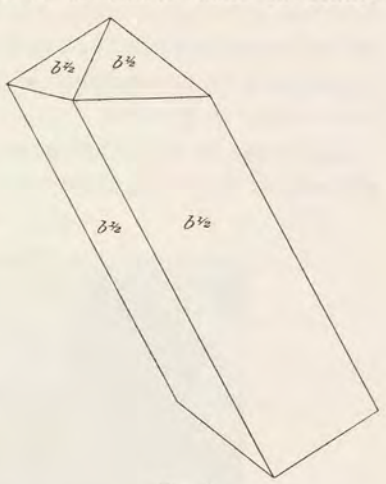


Fig. 2.
Cassitérite de Nantes, allongée suivant une arête $b^{1/2}\,b^{1/2}$.

Les cristaux de ces gisements sont d'ordinaire de petite taille, noirs, opaques et appartiennent au type III, ils sont souvent maclés (fig. 10) (La Chèze près Ambazac, Chédeville en Saint-Sylvestre, Chanteloube, Mazataud au Sud de Bessines). A la Chèze et à Chédeville la cassitérite n'est que rarement englobée dans la lépidolite ; elle se trouve surtout dans les veines très feldspathiques, dépourvues de micas qui forment les salbandes des filons lépidolitifères.

La fig. 3 représente l'aspect habituel de la cassitérite dans les lames minces de ces granulites et met en évidence la structure zonée (brun et gris) à peu près constante dans ce minéral.

Allier. La granulite kaolinisée des Colettes et d'Échassières (Beauvoir) renferme, à l'état d'extrême division, de la cassitérite invisible à l'œil nu, mais se concentrant dans le résidu du lavage du kaolin en même temps que d'autres minéraux lourds (topaze, pyrochlore, etc.)

La cassitérite retirée des lavages d'Échassière est noire, ses cristaux ont la même forme que ceux de Montebras.

Le même gisement contient des rognons mamelonnés d'hématite, de psilomélane cuprifère ; plus rarement, on trouve la cassitérite dans de petits filonnets quartzeux (voir plus loin).

2° *Dans des filons quartzeux.*

Tous les gisements stannifères qui vont être décrits sont en relation

intime avec des granulites, ils sont à gangue quartzeuse ; ils ne constituent pas des filons épais comme ceux du Cornwall, mais plutôt des enchevêtrements de filonnets (stockwerk), parfois rapportés à une direction générale, comme cela est le cas à la Villeder. La cassitérite est généralement concentrée sur les épontes des filons, mais souvent aussi imprègne à leur voisinage la granulite ou les schistes plus ou moins transformés en greisen.

La topaze ne se présente en cristaux distincts dans aucun de ces gisements, mais constitue un élément microscopique existant parfois

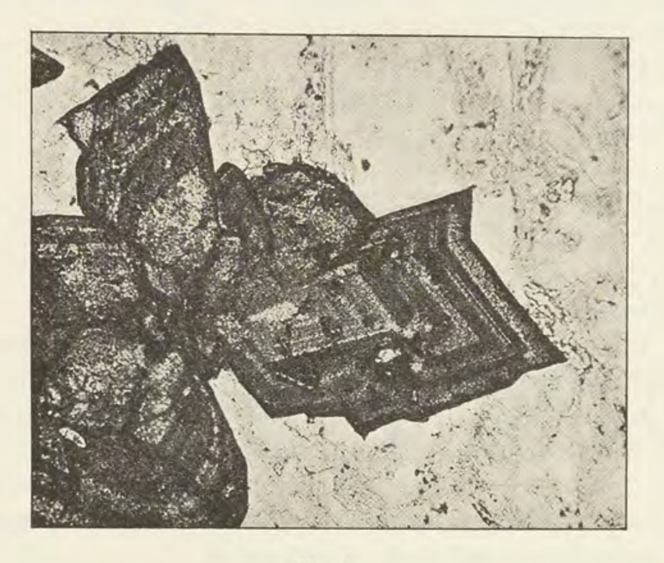


Fig. 3.

Cassitérite [macle suivant a^1 (101)], dans granulite à lépidolite d'Ambazac (*Haute-Vienne.*) *Photographie, lumière naturelle : grossissement de 45 diamètres.*

dans la granulite au voisinage des filons (Montebras). Le wolfram abonde dans quelques gisements (Meymac, Chaine de Blond), mais manque d'une façon absolue dans d'autres (La Villeder, Montebras) ; il en est de même pour le mispickel. Quelques-uns de ces gisements sont remarquables par d'autres particularités minéralogiques spéciales, telles que l'abondance du béryl (la Villeder), de l'apatite manganésifère (Montebras), de l'amblygonite (Montebras), de la molybdénite (Meymac, Chaine de Blond), etc.

D'une façon générale, la tourmaline et la fluorine sont rares ou absentes dans les gisements français.

Seul le gisement de la Villeder renferme avec quelque abondance de la cassitérite en cristaux drusiques.

Bretagne. — *Finistère.* De petits cristaux de cassitérite ont été signalés par le Dr Lehir (*Congrès scientif. de Saint-Brieuc*, 1873) dans une veine de quartz à Barnénez en Plouézoch.

Morbihan. Des filons de quartz contenant de la cassitérite existent dans les amphibolites de l'embouchure de la Vilaine près Penestin, dans les micachistes des environs de Questembert, à la Villaulan et à Pourmabon en Guégon près Guéhenno, mais c'est surtout au Sud-Ouest de Ploërmel que se trouvent les gisements importants; ils s'observent sur près de 4 kil. depuis Maupas en Saint-Servant jusqu'au moulin de la Villeder (ville d'Air) en Roc-Saint-André, où ils ont été autrefois plus particulièrement attaqués pour l'exploitation : ils sont tous abandonnés aujourd'hui.

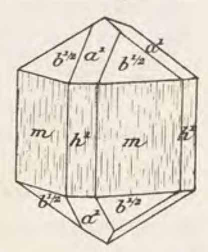


Fig. 4.
Cassitérite (Type I).
La Villeder.

La région stannifère renferme un faisceau, ramifié en stockwerk, de veines quartzifères dont quelques-unes prédominent; elles ont une orientation N. N. O. et se trouvent surtout au contact du massif de granulite de Plumelin et des schistes micacés cambriens. Elles s'observent aussi dans ces deux roches et passent sans déviation de la roche éruptive dans les schistes qu'elle a métamorphisés (*A. M.* VI. 381. 1834, VII. 181. 1844) et Lodin (*B. S. G.* XII. 145. 1883).

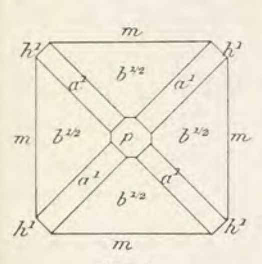


Fig. 5.
Cassitérite de la Villeder.
Projection sur la base.

J'ai étudié un très grand nombre d'échantillons de la Villeder, les uns se trouvent dans la collection du Muséum, les autres m'ont été obligeamment communiqués par M. de Limur; les cristaux de cassitérite de ce gisement peuvent être comptés parmi les plus beaux connus dans cette espèce minérale.

Le remplissage des filons est essentiellement constitué par un quartz bleu ou gris de fumée, très fétide au choc, très riche en inclusions liquides. La muscovite abonde ; la cassitérite est en outre associée au mispickel, au béryl, à l'apatite, plus rarement à un peu de blende noire, de galène, de chalcopyrite. La fluorine jaune et la molybdénite

ont été trouvées au début seulement de l'exploitation et en très petite quantité.

La tourmaline est rare à la Villeder et paraît se trouver surtout dans un quartz différent de celui qui sert de gangue à la cassitérite, elle abonde au contraire dans les filons du Nord de la région, quand la cassitérite disparaît.

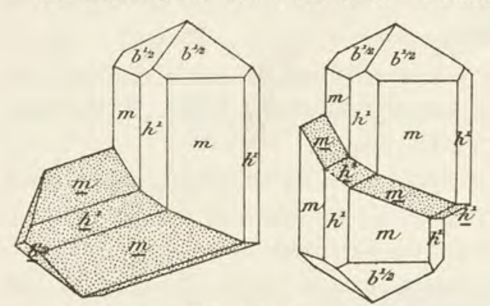


Fig. 6 et 7.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 (101) de cristaux du type I.

Le mispickel se rencontre dans le quartz, dans la granulite avoisinante, mais jamais dans les géodes, tandis que la cassitérite, le béryl, l'apatite et la muscovite se trouvent non seulement engagés dans le quartz, mais encore dans des cavités qui ont fourni les plus beaux cristaux. La cassitérite est fréquemment implantée sur les épontes dont elle est séparée parfois par une zone micacée.

Les très gros cristaux de cassitérite s'observent surtout dans des géodes au milieu du quartz ; les petits cristaux sont fréquemment englobés dans des agrégats très fragiles de délicates lamelles de muscovite.

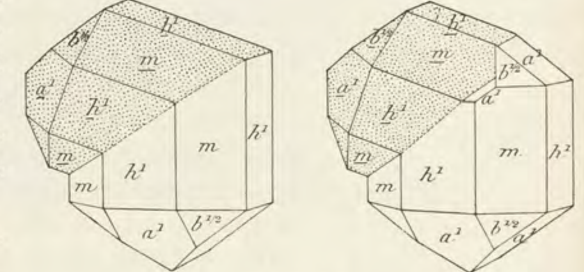


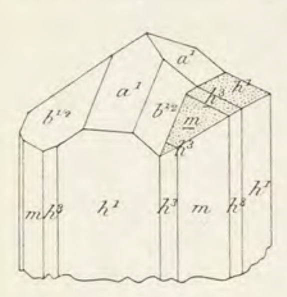
Fig. 8 et 9.
Cassitérite de la Villeder, macle suivant a^1 (101) de cristaux un peu aplatis suivant h^1 (100).

Le béryl est généralement antérieur à la cassitérite qui l'englobe, mais on trouve aussi ce minéral en beaux cristaux implantés dans des géodes sur ceux de cassitérite; l'ordre de succession de la blende, du mispickel et de la cassitérite n'est pas moins variable.

La cassitérite de la Villeder présente un aspect très caractéristique : les cristaux engagés dans le quartz sont ordinairement d'un brun châtaigne inclinant vers le brun jaune brunâtre clair. Leurs faces prismatiques sont rarement planes et le plus souvent très profondément cannelées. Les cristaux des géodes au contraire ont des faces plus

nettes, ils sont extrêmement éclatants, leur couleur est plus foncée, ils sont parfois presque noirs.

Il n'est pas très rare de rencontrer de petits cristaux, fortement translucides ou même presque transparents dans les teintes d'un jaune brun. On peut constater alors, à l'œil nu, ce que le microscope



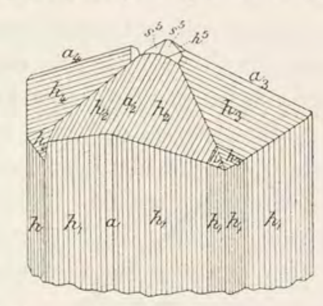


Fig. 10 et 11.
Cassitérite de la Villeder. (Macles complexes de cristaux du type I.)

montre presque toujours dans les lames minces, c'est-à-dire l'inégalité de la coloration suivant des zones plus ou moins régulières.

Les cristaux de cassitérite de ce gisement sont parfois de très grande taille ; la collection du Muséum en possède un mesurant 9 centimètres suivant l'axe quaternaire et 6 dans la direction d'un axe binaire. Les cristaux bipyramidés sont fréquents.

La fig. 4 représente la forme habituelle ; les pointements sont toujours constitués par $b^{1/2}$ (111), avec fréquemment de petites facettes a^1 (101) qui très souvent sont inégalement développées ou même manquent partiellement. Elles sont très brillantes, généralement planes, à l'inverse des faces $b^{1/2}$ qui sont fréquemment très irrégulières et ondulées. J'ai rencontré dans un assez grand nombre de petits cristaux (atteignant rarement 1cm.) la base a^1 (001), qui ne constitue jamais qu'une très petite facette brillante (fig. 5).

Fig. 12.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 de cristaux du type III.

Dans la zone verticale, les faces m dominent presque toujours, elles sont accompagnées de h^1, et parfois de h^2 (310), h^3 (210) et h^5 (320).

Les cristaux présentent souvent des déformations analogues à celles du zircon d'Espaly : elles consistent essentiellement en aplatisse-

ment suivant une face *m* ou un inégal développement des faces du sommet.

Les macles sont extrêmement fréquentes et présentent des faciès fort différents. Les macles binaires se rencontrent assez souvent, mais d'ordinaire un examen attentif permet de voir que chaque individu en apparence simple est lui-même constitué par des macles multiples. Les fig. 7 et 10 représentent des cas fréquents tout à fait identiques aux cristaux de Saxe et de Bohême décrits par M. Becke. On rencontre aussi en grande abondance des macles plus complexes.

Fig. 13.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 (101) de cristaux allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ (Type IV).

Les fig. 6 et 16 représentent un type fréquent dans la cassitérite engagée dans le quartz : la face h^1 est peu développée, chaque cristal est très distinct et les angles rentrants sont constitués par les faces de la zone prismatique. Dans les petits cristaux des géodes, on rencontre quelquefois ce même type de macle dans lequel la face h^1 perpendiculaire au plan de macle dans les deux individus est très développée, l'allongement des cristaux étant moins accentué que dans les figures précitées. Il en résulte que l'angle rentrant des faces *m* ne constitue plus qu'une très petite gouttière (fig. 8, 9 et 14 en haut).

Fig. 14 à 16.
Cassitérite de la Villeder. Macles suivant a^1, dont les figures théoriques sont représentées par les figures, 8 (en haut), 12 (à gauche), 6 (à droite). *Photographie grandeur naturelle.*

La fig. 12 correspond au contraire à un type de macle rappelant celui de Schlagenwald : les individus constituants sont peu développés suivant l'axe vertical (type III) et les faces $b^{1/2}$ très larges ; ce sont

elles qui constituent le *bec d'étain*. Ce dernier type de macle est plus fréquent dans les cristaux des géodes que dans ceux engagés dans le quartz.

Enfin un dernier type de macle beaucoup plus rare que les précédents est celui constitué par un grand nombre d'individus ne présentant pas d'angles rentrants et ne montrant à l'extérieur que des faces prismatiques.

La fig. 11 représente, d'après M. Groth, un cristal faisant partie de la collection de Strasbourg et constitué par un groupement de cinq cristaux.

Enfin pour terminer, je signalerai de fort curieuses macles de deux cristaux allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$: elles donnent un assemblage pseudorhombique (fig. 13). Je les ai observées dans des géodes de muscovite : les cristaux, remarquablement éclatants, à l'exception des faces h^3, sont souvent transparents et d'un brun jaune, avec zones plus foncées. Ils sont parfois plus compliqués que dans la figure 13, par suite de l'existence de très petites facettes m (110), h^3 (210), h^5 (320). Ces cristaux sont associés à d'autres, présentant un développement normal.

Loire-Inférieure. Des recherches ont été faites autrefois à la pointe de Penhareng près Piriac sur des filons de cassitérite. Les échantillons en masses cristallines que j'ai vus sont d'un brun violacé ; il existe aussi des cristaux distincts (fig. 4 et 6) qui rappellent comme aspect ceux de la Villeder. C'est le démantellement sur place de ces filons qui fournit la cassitérite des sables de Piriac.

Un filon de quartz à cassitérite exploité à une époque antehistorique a été signalé par M. Davy (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*. VII. 281. 1897) à Abbaretz.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. De petits amas de cassitérite brune se rencontrent dans les filons de quartz de Beaucouzé près Angers ; je n'y ai pas vu de cristaux nets.

La collection du musée de Strasbourg possède un échantillon de cassitérite noire avec macles du type de Schlagenwald (fig. 12) ; elle est indiquée comme provenant de Cornuaille (Maine-et-Loire) ; elle est associée à de la topaze (Groth. *Min. Samml*. 106). Peut-être y a-t-il lieu de faire quelques réserves sur l'authenticité de la provenance de cet échantillon, je n'ai pu me procurer aucune preuve de l'exactitude de l'existence de la cassitérite dans le voisinage de La Cornuaille. Peut-être l'étiquette aurait-elle dû porter Cornouailles (Cornwall) ?

Creuse. Le gisement de Montebras en Soumans est très différent des précédents au point de vue minéralogique. J'ai pu l'étudier en détail, grâce à l'obligeance de M. Morineau qui m'a autrefois facilité la visite de cette mine.

Au milieu du granite à pinite, se trouve un petit amas de granulite passant à une variété microgranulitique rose, riche en quartz bipyramidé, en albite et souvent en topaze microscopique. Cette roche et surtout le granite sont traversés par de nombreux filons stannifères de puissance très variable, depuis quelques centimètres jusqu'à plus de trois mètres. Ils s'observent aussi au contact mutuel du granite et de la granulite.

Les filons ont une composition minéralogique différente suivant leur direction. Les filons N. S. sont quartzeux et feldspathiques (orthose rosée), les filons N. 30°O. sont surtout constitués par du quartz grisâtre avec beaucoup de muscovite blanchâtre, jaune ou verdâtre.

Dans les filons E. 15° N, il y a peu de quartz, du feldspath rouge ou violacé, de l'apatite manganésifère, de la muscovite et enfin quelque peu de montebrasite. Enfin les filons à 15°N. sont ceux qui contiennent l'amblygonite et ses dérivés (turquoise, wavellite, morinite) dans une gangue quartzeuse.

A l'intersection de ces divers filons, on observe le mélange de tous leurs remplissage. Il existe aussi à Montebras des cassures N.N.E. à remplissage argileux dans lesquelles se trouvent assez souvent des paillettes de chalcolite.

Tandis que dans les filons N. S., et N. 30°O., la cassitérite se rencontre rarement en cristaux distincts et forme d'ordinaire des masses grenues ou compactes, dans les autres filons au contraire, elle est plus disséminée et existe parfois dans la muscovite ou dans les fentes du quartz en cristaux distincts.

La cassitérite de Montebras est niobifère (analyse *e*), d'un noir de fer très caractéristique ; la forme de ses cristaux diffère de ceux de la Villeder pour se rapprocher des cristaux des pegmatites de la Loire-Inférieure. Ce sont des octaèdres a^1 (101) (type III), souvent formés par des emboîtements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus. Leurs faces présentent presque toujours les stries triangulaires que montre la fig. 17 ; elles sont fréquemment courbes. Les macles suivant a^1 (101) constituent une exception assez rare ; j'ai cependant recueilli dans les cavités d'un bloc de quartz, de petits cristaux qui

étaient tous maclés (type de la fig. 12). Les plus gros cristaux dépassent rarement 1cm 5 suivant un axe binaire.

Au contact des filons, la granulite est très kaolinisée ; une exploitation pour l'extraction du kaolin a mis en évidence l'imprégnation de la roche par la cassitérite (5 à 6 millièmes) qui se concentre à la périphérie du massif.

Il existe à Montebras en très petite quantité des minéraux cuprifères ; ils ne se manifestent guère que par des produits de décomposition (turquoise, formée par altération d'amblygonite ; libéthenite, dans les fentes du feldspath, M. Morineau m'a signalé la cuprite). J'ai cependant vu un échantillon de cassitérite englobé par l'amblygonite qui teint son hôte en verdâtre sur la zone de contact. En traitant par l'acide azotique une petite quantité de cette cassitérite finement pulvérisée, j'ai obtenu une solution riche en cuivre et en acide sulfurique avec en outre un peu de soufre ; le minéral cuprifère est probablement de la chalcosite.

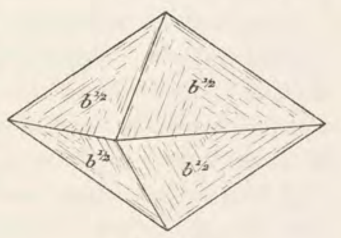


Fig. 17.
Cassitérite de Montebras (Creuse) (Type III).

On a vu que la chalcolite n'est pas rare sous forme de paillettes dans les croiseurs stériles N. N. E. ; elle se trouve aussi, disséminée dans toutes les fentes des filons ou des roches qu'ils traversent.

En résumé, la caractéristique de Montebras réside au point de vue minéralogique dans la composition et la forme de la cassitérite, et son association à l'amblygonite et à l'apatite manganésifère ; il faut signaler en outre l'absence du wolfram, de la tourmaline, l'absence presque complète du mispickel et de la molybdénite, que je n'y ai pas vu personnellement, mais que M. Morineau m'a dit avoir trouvés comme très grande rareté.

J'ai observé une seule fois seulement des lames de niobite dans un échantillon d'amblygonite.

Corrèze. Les filons quartzeux bismuthifères de Meymac (voir t. II, 387) renferment une petite quantité de cassitérite brune. Des recherches nouvelles ont été faites récemment sur ce gisement aujourd'hui abandonné, et ont montré que la cassitérite existe non seulement dans les veinules quartzeuses, mais aussi dans un greisen riche par places en molybdénite ainsi que dans la granulite. Dans cette dernière

roche, elle est extrêmement divisée et ne peut guère être mise en évidence que par le lavage à la batée. La cassitérite de Meymac est parfois englobée par du wolfram et associée à du mispickel ; elle est d'un brun foncé.

De Boucheporn a signalé (*Expl. géol. Corrèze*) la cassitérite à Ségur-sur-Vézère, au Nord de Pompadour.

Haute-Vienne. Le premier gisement français dans lequel ait été trouvée la cassitérite est celui de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard. Ce minéral s'y trouve en très petite quantité dans un filon de quartz riche en wolfram (voir à *wolfram*).

Deux autres gisements stannifères existent dans la même chaîne granulitique de Blond : celui de Vaulry sur son flanc Nord, celui de Cieux sur le flanc Sud. Des recherches, aujourd'hui abandonnées, ont été faites sur ces gisements qui, à l'inverse du précédent, ne renferment plus le wolfram que comme accident minéralogique.

A Vaulry, les filons sont nombreux et minces (3 à 5^{cm}), enchevêtrés en stockwerk ; ils s'observent dans la granulite et dans les schistes voisins. La cassitérite est concentrée aux épontes des filons. Au contact de ceux-ci, la granulite est transformée en greisen, essentiellement formé de muscovite et de quartz avec cassitérite, dont les cristaux sont plus nets que ceux enveloppés par le quartz. Les minéraux accessoires sont nombreux : mispickel et ses produits d'altération (scorodite et pharmacosidérite), molybdénite, scheelite, wolfram, parfois abondants ; cuivre natif, cuprite, apatite, or natif (extrêmement rare), etc. L'autunite a été trouvée dans un petit filonnet de fluorine violette ayant 5^{cm} d'épaisseur et à son contact, dans la granulite.

Les associations minéralogiques sont les mêmes à Cieux (près du hameau de Monsac) où un filon de près d'un mètre de puissance se trouve au contact de la granulite et du granite. La cassitérite y est peu abondante et également localisée aux épontes du filon dans lequel ont été rencontrées des cavités tapissées de cristaux de quartz.

La cassitérite de ces divers gisements rappelle un peu comme aspect celle de la Villeder, les bons cristaux sont assez difficiles à trouver depuis que les recherches minières ont été abandonnées. J'en ai étudié quelques-uns provenant de la collection d'Haüy auquel les avait donnés M. de Cressac qui, au commencement du siècle, a été le premier à signaler ces gisements. Leur forme se rapporte aux types représentés par les fig. 4, 6, 7 et 10.

Dans le greisen, les cristaux nets ont des faces extrêmement brillantes rappelant par leur éclat les cristaux des géodes de La Villeder; j'y ai observé les formes habituelles à ce gisement; les macles sont assez fréquentes, le minéral est accompagné de beaucoup de mispickel.

La collection du Muséum possède une très belle macle de cassitérite formée de plusieurs individus et indiquée comme provenant de Vaulry. Cet échantillon ressemble beaucoup aux cristaux de Schlagenwald (fig. 12); son origine n'est guère douteuse, il provient de la collection de Gillet de Laumont faite au moment des premières recherches.

Charente. Les filons quartzeux de la roche Cambour, dont il sera question à l'article *wolfram*, renferment de la cassitérite brune.

Puy-de-Dôme. De faibles quantités de cassitérite ont été rencontrées dans le filon de quartz wolframifère de Pontgibaud, ainsi qu'au Sud de la mine de Roure, au voisinage d'Argentelle (Gonnard, *op. cit.*, 170).

Allier. J'ai observé quelques échantillons de quartz provenant des Colettes (voir page 221). L'un d'eux, adhérent à un morceau de greisen, est ponctué de cristaux de cassitérite (type I) d'un brun noir très éclatant; ils ont 5 millimètres de plus grande dimension; l'autre renferme des masses fibrobacillaires de cassitérite, associées à des octaèdres réguliers d'un minéral du groupe du pyrochlore.

Maures. — *Var.* La cassitérite accompagne le wolfram dans un échantillon à gangue quartzeuse de la Molle, près Cogolin, faisant partie de la collection Marcel de Serres.

Congo. — La cassitérite a été signalée dans les Monts de Cristal.

Madagascar. — Des filons stannifères ont été signalés dans la région d'Ambatofangehana; je n'ai pas vu d'échantillons provenant de la grande île, et il y a lieu de faire des réserves à cet égard.

Tonkin. — Des filons stannifères sont actuellement prospectés à Tin-Tuc, à l'Ouest de Cao-Bank, dans le Nord-Est du Tonkin. Les échantillons de greisen stannifère (cassitérite d'un brun noir) que j'ai examinés m'ont été envoyés par M. Dupouy.

3° *Dans des filons sulfureux.*

Indochine. — *Laos.* Des gisements stannifères sont depuis longtemps exploités par les indigènes dans la province de Cammoun. Des

recherches y sont faites actuellement, dans la vallée du Nam-Pathène, affluent du Hin-Boun, qui est lui-même l'un des affluents de gauche du Mékong ; la mine porte le nom de Hin-Boun.

Je dois à M. Rueff une série d'échantillons qui ont un haut intérêt minéralogique, car ils me paraissent indiquer que la cassitérite de Hin-Boun se rencontre dans un gisement fort différent de tous ceux décrits plus haut. Le minerai est extrait à flanc de coteau dans une région calcaire, dépourvue de roches éruptives ; il paraît n'être pas en place, mais il est peu roulé et il est probable que les travaux en cours d'exécution feront trouver à proximité le gîte dont ils proviennent.

Le minerai est constitué par une limonite, tantôt caverneuse, tantôt compacte ou concrétionnée, dans laquelle on ne voit guère, à l'état disséminé que quelques cristaux prismatiques de quartz ; c'est là le minerai pauvre. Le minerai riche est formé par une masse très cristalline d'un beau jaune, très dense, constituée par des aiguilles de cassitérite et de quartz, imprégnées de limonite.

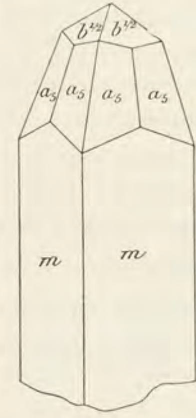
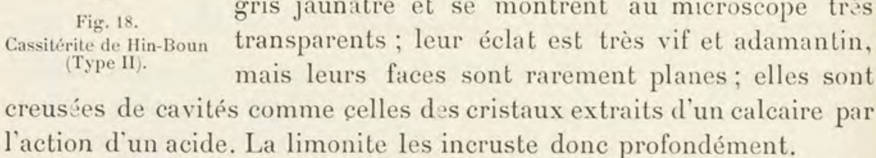


Fig. 18.
Cassitérite de Hin-Boun (Type II).

Le traitement de ce minerai par l'acide chlorhydrique bouillant m'a permis de purifier la cassitérite qui apparaît alors sous forme de cristaux, atteignant rarement 1 millimètre, ou de masses constituées par l'enchevêtrement de ces cristaux. Ils sont d'un gris jaunâtre et se montrent au microscope très transparents ; leur éclat est très vif et adamantin, mais leurs faces sont rarement planes ; elles sont creusées de cavités comme celles des cristaux extraits d'un calcaire par l'action d'un acide. La limonite les incruste donc profondément.



Ces cristaux de cassitérite appartiennent au type I et II ; ils sont très allongés suivant l'axe vertical et présentent les formes *m*, $b^{1/2}$, avec très fréquemment le dioctaèdre a_5 (321) qui prend un très grand développement et donne aux cristaux l'aspect bien connu du *need tin ore* du Cornwall (fig. 18). Les macles suivant a^1 (101) sont remarquablement peu nombreuses et toujours binaires.

Pour obtenir de jolis cristaux, il est nécessaire de traiter par l'acide chlorhydrique la limonite pauvre en cassitérite, dans laquelle les cristaux de ce minéral sont clairsemés et par suite plus nets ; ils se

groupent fréquemment en rosettes et sont presque transparents, quand ils sont très petits ; ils ne sont ni roulés, ni brisés, et sont incontestablement en place dans la limonite.

Examinés au microscope, ces cristaux se montrent très irrégulièrement colorés. Leur périphérie est souvent incolore, alors que leur centre est coloré de jaune ou de brun, avec pléochroïsme très net. La structure est zonée ou en sablier.

Dans aucun échantillon, je n'ai vu la cassitérite englobée par du quartz massif, mais ce minéral l'accompagne en cristaux, eux aussi automorphes et dispersés dans la limonite.

Le minerai riche se montre en lames minces constitué par un enchevêtrement miarolitique de baguettes automorphes de cassitérite, çà et là moulées par quelques cristaux allongés de quartz bipyramidés ; la limonite tapisse les cavités, mais paraît être un minéral de suintement et ne constitue pas d'épigénies en place.

Aucun des satellites habituels de la cassitérite : topaze, mica, apatite, wolfram, etc., ne se rencontre dans ce gisement. La limonite y est sans aucun doute d'origine pseudomorphique et elle occupe probablement la place de pyrite dont cependant je n'ai rencontré aucune trace, ni à l'état intact, ni sous forme de cristal pseudomorphisé, ce qui n'est d'ailleurs pas très étonnant tous les échantillons provenant de la surface.

Tous ces faits semblent indiquer que la cassitérite de Hin-Boun se trouve à l'état de minéral primaire dans le chapeau de fer d'un gîte sulfuré analogue à celui de Campliglia en Toscane, récemment étudié par M. Bergeat (*N. J.* 1901, I, 132). La comparaison s'impose aussi avec les filons sulfurés et en même temps antimoniés analogues de Potosi en Bolivie, car les analyses de l'étain brut extrait du minerai de Hin-Boun y indiquent l'existence de près de 4 °/₀ d'antimoine, et d'un peu de plomb.

4° *Dans les alluvions.*

Les alluvions stannifères constituent l'une des sources les plus abondantes de l'étain, elles résultent de la désagrégation des gisements du genre de ceux qui ont été étudiés plus haut. Elles jouent un rôle économique peu important en France, où elles n'ont pas été exploitées d'une façon active.

Les alluvions stannifères se trouvent généralement au voisinage presque immédiat des filons de cassitérite et souvent même sur leurs affleurements, quand la disposition topographique le permet. Ce n'est cependant qu'à une petite distance de ceux-ci que les dépôts deviennent fins et réguliers ; plus près des filons en effet, on trouve surtout des débris de ceux-ci fournissant de meilleurs échantillons de minéralogie, mais un minerai de richesse très inégale. Dans ces alluvions, la cassitérite se concentre en amas plus ou moins lenticulaires avec les autres minéraux durs et denses : grenat, magnétite, ilménite, or natif, etc.

Il est à remarquer que dans les gisements qui vont être signalés plus loin, l'or natif est un satellite constant de la cassitérite, alors qu'il n'a jamais été trouvé en place dans les filons eux-mêmes ou n'y a été rencontré que comme extrême rareté. La préparation mécanique réalisée par la nature a ainsi permis la concentration parmi ces éléments lourds de l'or n'existant qu'en quantité extrêmement faible dans le gisement originel. Peut-être aussi l'or natif a-t-il été mis en liberté par la décomposition de la pyrite ou du mispickel des filons qui souvent renferment au moins des traces de ces minéraux.

Bretagne. — *Morbihan et Loire-Inférieure*. Les dépôts superficiels de la zone littorale séparant les embouchures de la Vilaine et de la Loire renferment d'une façon presque constante de la cassitérite qui est assez abondante à Penestin (*Morbihan*) et à Piriac (*Loire-Inférieure*) pour avoir fait l'objet de tentatives d'exploitation. Elle y est accompagnée d'or natif. On a vu plus haut que des filons stannifères existent dans ces deux localités.

A Penestin (embouchure de la Vilaine), un mètre cube de sable renferme d'après Durocher de 10 à 15 kgm. environ de cassitérite et 0 gr. 50 d'or natif. M. de Limur y a trouvé en plus faible quantité des paillettes de platine natif. La magnétite, l'ilménite, le corindon, etc., s'observent dans les mêmes sables.

Une seconde région stannifère s'étend au Sud de Josselin sur les pourtours du massif granulitique séparant les vallées de l'Oust et de la Claye, notamment dans les communes de Guéhenno, Sérent, Lizio, Saint-Servant, etc. ; c'est dans cette région que se trouvent les filons de la Villeder. Là encore, la cassitérite est accompagnée d'or natif (voir t. I, p. 428).

La cassitérite de tous ces gisements d'alluvion est très fine loin des affleurements ; plus près d'eux, elle atteint la grosseur d'une noix.

Elle est, suivant les gisements, noire ou au contraire de couleur claire ; c'est là le cas notamment de la cassitérite de la seconde région dont il vient d'être question où l'on trouve parfois des grains de cassitérite d'un blanc très pur.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Toutes les rivières descendant de la chaîne de Blond empruntent aux filons stannifères, dont il a été question plus haut, la cassitérite qui se trouve dans leurs alluvions. Celles-ci sont aurifères et atteignent localement deux mètres d'épaisseur, elles seraient exploitables sur près d'un mètre à partir du fond. On peut citer en particulier les vallées du Grand Étang de Cieux et de la Glageole près Vaulry. La caractéristique, qui distingue ces alluvions stannifères de celles de Bretagne, réside dans la fréquence de petits fragments de wolfram, minéral qui, on l'a vu plus haut, est associé à la cassitérite dans les filons de cette région.

Je renvoie à la page 431 du tome II, pour l'indication des localités aurifères du Limousin qui renferment presque toutes en petite quantité de la cassitérite.

Creuse. M. Morineau m'a signalé l'existence de la cassitérite dans les alluvions des environs de Montebras.

POLIANITE

(*PYROLUSITE*)

MnO^2

Le bioxyde de manganèse se rencontre surtout dans la nature en cristaux orthorhombiques (pyrolusite) qui ont été longtemps considérés comme la forme naturelle du MnO^2. Il n'en est rien cependant, ces cristaux ne sont que des pseudomorphoses de manganite en polianite. C'est avec cette signification que j'emploie ici le terme de pyrolusite.

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 469{,}993. \quad D = 707{,}107.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}66467 \text{ (Edw. Dana)}].$$

Formes et faciès. La polianite a la forme dominante des cristaux prismatiques de cassitérite, avec tantôt $b^{1/2}$ (111) et tantôt a^1 (101) comme pointement dominant, avec ou sans a_5 (321); les cristaux se groupent à axes parallèles pour donner des cristaux à sommets arrondis et à aspect orthorhombique, ils se groupent aussi sur la manganite. Dans les gisements français, la polianite n'a pas été trouvée en cristaux indépendants; elle constitue toujours des pseudomorphoses de manganite (*pyrolusite*).

Clivages. Clivage parfait suivant *m* (110). Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 6 à 6,5. La pyrolusite est beaucoup moins dure : 2 à 2,5; mais cette dureté paraît due à la structure peu homogène des pseudomorphoses que constitue le minéral et à la finesse de ses aiguilles; il me semble que l'on peut à ce point de vue comparer réciproquement la polianite cristallisée et la pyrolusite à la trémolite cristallisée et à ses variétés asbestiformes.

Densité. 4,80 à 5,026 (polianite), 4,73 à 4,86 (pyrolusite).

Coloration et éclat. Gris d'acier ou gris de fer. Poussière noire. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

Mn.....	63,1
O.......	36,9
	100,0

La pyrolusite renferme toujours une petite quantité d'eau due à une décomposition incomplète de la manganite.

Essais pyrognostiques. Infusible. Sur le charbon perd 12 °/o d'oxygène, en se transformant en $Mn^3 O^4$. Donne avec le sel de phosphore et le borax la perle colorée du manganèse (violet améthyste au feu oxydant et rose au feu réducteur).

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore.

Diagnostic. Voir à *manganite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

N'ayant jamais trouvé dans les gisements français la polianite que sous forme de pseudomorphose (*pyrolusite*) de manganite, il ne me paraît pas possible de disjoindre l'étude des gisements de ces deux

minéraux, d'autant plus que dans la plupart d'entre eux, on trouve des passages nombreux entre la manganite intacte et des types de moins en moins riches en eau. Je renvoie donc plus loin à l'article *manganite*.

GROUPE DU CORINDON

Ce groupe comprend les deux espèces rhomboédriques holoèdres et isomorphes suivantes :

Corindon...... Al^2O^3
Hématite...... Fe^2O^3

Il faut y adjoindre le composé Ti^2O^3 qui n'a pas été rencontré dans la nature, mais qui existe comme mélange isomorphe dans les hématites titanifères $(Fe,Ti)^2O^3$.

CORINDON

Al^2O^3

Rhomboédrique : $pp = 86°4'$
[$a : c = 1 : 1,3630$ (Miller).]

Formes observées. a^1 (0001); p $(10\bar{1}1)$; d^1 $(11\bar{2}0)$; e_3 $(22\bar{4}3)$; $z = (d^{1/7}\, d^1\, b^{1/5})$ $(22\bar{4}1)$; $\theta = (d^{1/9}\, d^1\, b^{1/7})$ $(8.8.\bar{16}.3.)$; $\omega = (d^{1/45}\, d^{1/3}\, b^{1/39})$ $(14.14.\bar{28}.3)$.

Macles. Macles suivant p $(10\bar{1}1)$, souvent polysynthétiques, accompagnées de plans de séparation.

Les mesures suivantes ont été prises sur des cristaux du Coupet.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
* $a^1\, p$	122°26′	122°30′ Lx
$a^1\, e_3$	118°49′	118°53′ Lx
$a^1\, z$	100°24′	100°15′ Lx
$a^1\, \theta$	97°50′	
$a^1\, \omega$	94°30′	
pp	86°4′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e_3\, e_3$ adj.	128°2′	128°10′ Lx
zz	121°5′	
$\theta\theta$	120°37′	
$\omega\omega$	120°12′	
pd^1	136°58′	136°50′ Lx

Faciès des cristaux. Les cristaux de corindon se rapportent à plusieurs types distincts.

Type I. Les cristaux dépourvus de base, sont essentiellement constitués par des isoscéloèdres très aigus passant à des prismes, et sont alors allongés suivant l'axe vertical.

Type II. Les cristaux dépourvus de base, sont constitués par des rhomboèdres p ($10\bar{1}1$) ou des rhomboèdres aigus.

Type III. Les cristaux sont basés, plus ou moins allongés suivant l'axe vertical ; ils sont constitués par le prisme d^1 ($11\bar{2}0$) avec ou sans isoscéloèdres, ou par des isoscéloèdres très aigus ; c'est le type de la plupart des cristaux français décrits plus loin.

Type IV. Les cristaux sont très aplatis suivant la base et bordés soit par un prisme (fig. 8), soit par le rhomboèdre p ($10\bar{1}1$). Ces derniers cristaux ont la forme de ceux qui ont été obtenus dans les nombreuses synthèses effectuées depuis quelques années et notamment par fusion ; je ne pense pas que l'existence de semblables cristaux dans la nature implique nécessairement pour eux ce dernier mode de genèse ; l'étude des cristaux des contacts granitiques démontre en effet que des cristaux de cette forme s'y sont produits par un autre procédé.

Les cristaux de corindon ont rarement des faces brillantes ; leurs faces et leurs arêtes sont souvent courbes ou raboteuses. Les faces de la zone a^1 (0001), d^1 ($11\bar{2}0$) sont souvent striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Les faces a^1 (0001) portent des stries en escaliers parallèles aux arêtes a^1 p. Dans d'autres cas, elles possèdent des stries partant du centre et perpendiculaires aux arêtes a^1 d^1 (fig. 1).

Le corindon se trouve non seulement en cristaux distincts, mais en masses clivables ou plus ou moins finement grenues ; ces dernières sont généralement mélangées de magnétite, de spinelle, de mica, etc. et constituent l'*émeri*.

Clivages. Il n'existe pas à proprement parler de clivages, mais des plans de séparation parfois interrompus, suivant a^1 (0001), ainsi que suivant p ($10\bar{1}1$), ces derniers sont dûs à des macles. Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 9.

Densité. 3,95 à 4,1.

Coloration et éclat. Colorations très variées : incolore, gris bleu, rouge, violet, vert, brun. Poussière incolore, blanc laiteux et opales-

cente. Le pigment coloré est d'ordinaire très irrégulièrement réparti (fig. 1) et souvent en rapport avec des accidents de structure.

Les variétés transparentes d'un rouge foncé constituent le *rubis*, les bleues, le *saphir*; les autres variétés suivant leur couleur portent le nom d'*émeraude*, de *topaze*, d'*améthyste orientale*, ou de *saphir vert*, *jaune*, *violet*.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif (n_p).

$n_g = 1,7676$	saphir	1,7675	rubis (Dx)
$n_p = 1.7594$		1,7592	
$n_g - n_p = 0,0082$		0,0083	

L'astérisme du corindon est dû à de petites inclusions aciculaires de rutile, groupées parallèlement aux arêtes p d^1 ou encore à des réflexions se produisant suivant les plans de séparation p.

Le corindon présente de fréquentes anomalies optiques consistant en plages biaxes mélangées à d'autres uniaxes, tantôt sans régularité, tantôt autour d'inclusions de zircon par exemple (von Lasaulx); elles sont plus souvent en relation avec les zones différemment colorées et M. Brauns s'est servi de cette observation pour les attribuer à l'action de mélanges isomorphes (Fe^2O^3, etc).

Mallard qui a décrit des cristaux divisés en secteurs réguliers considère ces propriétés comme dues à la symétrie rhombique du réseau : M. Tschermak le considère comme monoclinique.

Les phénomènes de biaxie sont nets dans qnelques cristaux du Coupet et de la Mercredière, surtout dans ceux où ils sont en rapport avec la distribution du pigment bleu.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est fort net[1] dans le corindon, mais inégalement intense suivant sa couleur; il est surtout net dans les variétés bleues.

n_g = bleu
n_p = vert ou bleuâtre, ou incolore.

Phosphorescence. Phosphorescent avec une couleur cramoisie, donnant au spectroscope une double raie cramoisie.

1. Le pléochroïsme du corindon a été observé pour la première fois par Faujas de Saint-Fond (*Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*, 1778-1885) qui a décrit un cristal de saphir d'Espaly vert émeraude pour les rayons perpendiculaires à l'axe, et bleu foncé pour ceux parallèles à l'axe.

Composition chimique. La formule Al^2O^3 correspond à la composition :

$$\begin{array}{l} Al = 52,9 \\ O = 47,1 \\ \hline \quad\ \ 100,0 \end{array}$$

Le corindon incolore a cette composition ; la coloration est d'ordinaire due à des traces de chrome ou de fer (pour certains saphirs). Les variétés non hyalines renferment quelques impuretés. Quant à l'émeri, c'est comme on l'a vu plus haut une véritable roche, riche en minéraux étrangers : magnétite, micas, etc.

Essais pyrognostiques. Infusible. Inattaquable par les acides et les alcalis. Attaqué complètement par fusion avec le sulfate de chaux ou le bisulfate de potasse. Longtemps chauffé avec la solution d'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

Altérations. Le corindon, malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, présente dans la nature de nombreuses altérations en divers minéraux auxquels il fournit de l'alumine : damourite, spinelles, disthène, sillimanite, margarite, etc.

Grâce à son infusibilité et en même temps à la résistance relativement grande qu'il présente à l'action des magmas volcaniques, trachytiques ou basaltiques, le corindon constitue avec le zircon le résultat ultime de la fusion ou de la digestion par ceux-ci de leurs enclaves de roches granitiques (voir plus loin) ; le corindon a subi cependant de la part du magma une corrosion superficielle, presque constante dans les cristaux du Velay.

Diagnostic. La forme, la dureté, la densité, la résistance aux agents chimiques constituent les meilleurs caractères distinctifs du corindon qui, dans les lames minces des roches, se distingue facilement en outre, grâce à sa très haute réfringence et sa biréfringence faible ; dans les roches, il est en général bleu.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le corindon se rencontre dans des gisements variés :

1° dans les roches éruptives ;

2° dans les roches métamorphisées par le granite ;

3° dans les schistes cristallins ;

4° dans les alluvions.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans la granulite.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a découvert à la Mercredière en le Pallet des cristaux de corindon (*B. S. M.* VIII. 438. 1885) qui ne se rencontrent qu'à l'état épars dans une terre cultivée. Le gisement se trouve près de l'hectomètre 8, à gauche et sur le bord de la route allant à la Haie-Fouassière (près du tournant d'un chemin voisin d'une petite construction). La région est constituée par des schistes précambriens granulitisés ; les talus de la route montrent en place un schiste amphibolique. Le corindon provient-il de cette roche ou d'un filonnet de granulite, c'est là ce que je ne puis dire avec certitude, les recherches que nous avons effectuées, M. Baret et moi n'ayant pu nous faire trouver le minéral adhérant à une gangue ; je l'étudie cependant ici, ses cristaux supportant parfois des paillettes de muscovite. Les cristaux ayant de 12 à 14^{mm} de plus grande dimension sont des isoscéloèdres imparfaits à faces raboteuses qui, sur a^1, montrent une coloration bleu foncé avec zones blanches dont la disposition est représentée par la fig. 1.



Fig. 1.
Corindon (saphir) de la Mercredière, face a^1, montrant l'inégale distribution de la couleur bleue (*grossissement de 5 diamètres*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Un isoscéloèdre arrondi de corindon gris ayant 1^{cm}, 7 suivant l'axe vertical a été rencontré par M. Frossard (*B.S.M.* XIV. 77. 1891) dans un filon de pegmatite grise, entre Pouzac et Ordizan.

Ariège. J'ai trouvé de jolis grains de corindon d'un bleu foncé dans l'andalousite rose d'un filon traversant les micaschistes au col même de Cadènes, dans le massif du pic Saint-Barthélemy.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Des cristaux de corindon se rencontrent, bien que très rarement, dans les bombes de granulite qui abondent dans les tufs et brèches basaltiques de la Haute-Loire (le Croustet et Denise près le Puy, le Coupet) ; ils y accompagnent le zircon [1]. Je ne cite ici ces enclaves que pour rappeler qu'elles indiquent

1. Le soi-disant corindon bleu signalé autrefois au Mont-Blanc est le béryl étudié tome II, p. 20.

la véritable origine des cristaux de corindon que l'on rencontre épars dans les tufs ou englobés dans les laves et qui sont étudiés plus loin.

C'est également dans un fragment de granulite enclavé dans le basalte du Pertuis que j'ai trouvé de petits cristaux de corindon bleu.

Puy-de-Dôme. J'ai recueilli dans la néphélinite du Puy de Saint-Sandoux (Barneire) une petite enclave de granite, riche en cristaux prismatiques de corindon d'un beau bleu foncé qui mesurent 2 mm. suivant l'axe vertical.

Madagascar. — Des cristaux de corindon bleuâtre ou gris opaque m'ont été remis récemment comme provenant du Betsiriry, sans indication plus précise : ils présentent les faces a^1 p, avec d^1 ou des isoscéloèdres très aigus voisins du prisme. Ces cristaux sont associés à de la muscovite qui est fréquemment accolée sur leurs faces.

b) *Dans les roches volcaniques.*

Le corindon ne se rencontre comme élément normal d'aucune roche volcanique d'Auvergne, je l'ai seulement trouvé dans une enclave de sanidinite; il existe par contre avec une certaine abondance, comme enclave énallogène, dans un assez grand nombre de basaltes et de roches voisines.

α) Comme produit normal d'enclaves homœogènes.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai recueilli dans le trachyte de Menet une enclave homœogène de sanidinite, extrêmement riche en corindon ; celui-ci doit être considéré comme un élément normal de cette sanidinite. Les cristaux ont des faces peu nettes et ne peuvent être détachés entiers ; on distingue cependant leur forme hexagonale avec des plans de séparation difficiles suivant p $(10\bar{1}1)$ et a^1 (0001). Ils sont de couleur très pâle, d'un blanc laiteux avec des taches d'un bleu saphir ; ils ne dépassent pas 5 mm. de plus grande dimension.

β) Comme enclaves énallogènes.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le corindon n'est pas rare

1. La cordiérite hyaline d'un beau bleu est très abondante dans ces granulites, c'est elle que beaucoup d'auteurs ont signalée comme corindon.

dans les tufs et les brèches basaltiques du Velay, ainsi que dans le sable des ruisseaux résultant de leur désagrégation. Il y est connu depuis plusieurs siècles ; il était autrefois exclusivement recueilli dans le Riou Pezzouliou, près d'Espaly à la porte du Puy. Faujas de Saint-Fond a décrit ce gisement (*Rech. sur les volc. éteints du Vivarais et du Velay*, 1778. p. 187) qui est le même que celui du zircon. Les autres localités où le corindon a été rencontré sont : le Croustet d'où sort le ruisseau le Riou Pezzouliou, le volcan du Coupet (en Mazeyrat-Crispinhac et en Saint-Eble), Taulhac, Saint-Jean de Nay, Vialette, Bilhac, les Estreix, la Croix de la Paille, Sainzelle, Ours, Mons, etc., mais ce sont les deux premiers gisements qui ont fourni le plus de cristaux ; d'après L. Pascal, on aurait recueilli jadis en une seule année plus de 10.000 carats de corindon au Coupet.

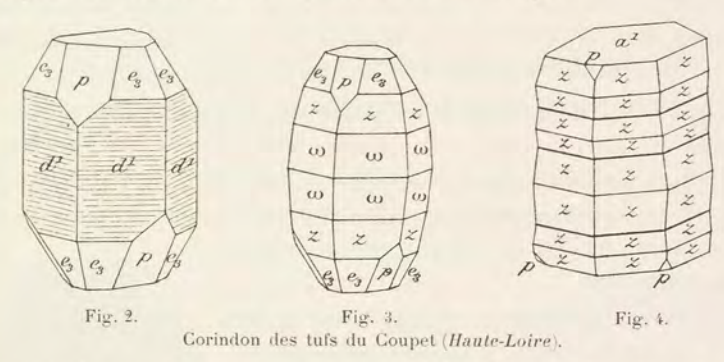


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.
Corindon des tufs du Coupet (*Haute-Loire*).

Le corindon se rencontre parfois englobé dans le basalte (Croustet, Denise, Bilhac, Vialette, Taulhac, Vissac). Plus rarementencore, comme je l'ai dit plus haut, il est resté adhérent à la granulite qui constitue sa gangue originelle.

Parmi les nombreux cristaux que j'ai eu l'occasion d'étudier, les échantillons du Coupet sont les plus volumineux ; ils atteignent assez fréquemment 3 cm. de plus grande dimension, leurs faces sont presque toujours arrondies, corrodées par le magma basaltique qui les a englobés ; ce n'est que très exceptionnellement que l'on rencontre des cristaux intacts, présentant des faces assez brillantes pour se prêter à des mesures goniométriques.

Tous les cristaux que j'ai observés se rapportent au type III ; ils sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical, toujours basés, avec fréquemment des escaliers triangulaires sur a^1 (0001) (fig. 6). Ils pré-

sentent assez rarement le prisme hexagonal d^1 (11$\bar{2}$0) seul (fig. 2) ; le plus souvent, il est accompagné ou remplacé par des isoscéloèdres aigus, dont les faces sont très irrégulièrement développées (fig. 6).

Fig. 5. Fig. 6.
Corindon du Coupet à faciès dissymétrique.

Fréquemment les faces de l'une des extrémités du cristal prennent un développement exagéré aux dépens des autres, le cristal offre alors l'aspect hémimorphe de la fig. 5.

Très souvent les cristaux de corindon du Velay présentent des cannelures parallèles à une arête a^1 e_3 ; elles sont dues à des empilements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, ayant les mêmes formes, mais présentant un développement très inégal de leurs diverses faces ; tel est le cas du cristal représenté par la figure 4.

Les deux seuls cristaux m'ayant fourni des mesures possibles sont, l'un, un petit cristal d'un bleu pâle, présentant les combinaisons a^1, d^1, p, e_3, avec faces d^1 très striées horizontalement (fig. 2), l'autre un cristal verdâtre offrant les formes a^1, e_3 et un isoscéloèdre voisin de θ (8.8.$\bar{16}$.53), mais ne donnant pas avec a^1 de mesures assez nettes (= 96°56′) pour que l'on puisse affirmer qu'il en diffère.

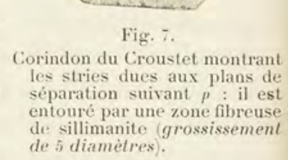


Fig. 7.
Corindon du Croustet montrant les stries dues aux plans de séparation suivant p : il est entouré par une zone fibreuse de sillimanite (*grossissement de 5 diamètres*).

Des mesures approximatives effectuées sur une série de cristaux à faces arrondies me font penser que les isoscéloèdres les plus habituels sur les cristaux communs sont z (22$\bar{4}$1), θ (8.8.$\bar{16}$.3) et ω (14.14.$\bar{28}$.3). La figure 3 empruntée à M. Dana représente la réunion schématique de quelques-unes de ces formes.

Le rhomboèdre p (10$\bar{1}$1), est assez fréquent, mais le plus souvent ne constitue que de très petites faces.

La collection du Muséum possède un petit cristal de corindon du Croustet qui est entouré par une croûte fibreuse de sillimanite semblable à celle qui est connue dans les cristaux de la Caroline du Nord. La fig. 7 représente cet échantillon qui paraît être une rareté parmi les corindons du Velay.

Madagascar. — J'ai observé récemment un gros cristal noirâtre de corindon, trouvé avec ferropicotite, dans les tufs basaltiques des environs de Diégo-Suarez (type de la fig. 6).

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Dans les contacts du granite.*

Bretagne. — *Finistère*. Le corindon n'est pas rare dans des enclaves de leptynolites rencontrées au milieu du granite de la petite carrière de Pont-Paul près Morlaix. Il est uniformément réparti dans la roche sous forme de petites tables hexagonales d'un bleu foncé ayant de 1 à 2 mm. de plus grande dimension et présentant les formes a^1 (0001) et d^1 ($11\bar{2}0$).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le contact du granite et des schistes paléozoïques se voit aux environs de Cauterets, au pied de la Soum de Liar, vis-à-vis le pont de la route conduisant à la Raillière. C'est à environ 150 mètres au-dessus de ce pont, que j'ai recueilli, dans une leptynolite en place, de jolis cristaux de corindon avec les mêmes formes que celui de Morlaix. Ce corindon a été produit par le même procédé que celui de Pont-Paul et dans des conditions analogues, mais il se trouve dans une roche en place et non dans des enclaves, de telle sorte que l'on peut affirmer qu'il n'a pas cristallisé sous l'influence de la fusion ignée, mais bien sous celle de minéralisateurs.

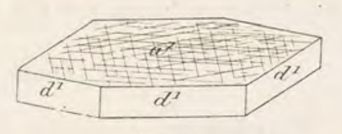


Fig. 8.
Corindon de Pont-Paul et de la Soum de Liar (contacts du granite).

Haute-Garonne. L'examen microscopique de la gédrite[1] que l'on

1. J'ai indiqué page 638 tome II, que cette gédrite provient peut-être de schistes paléozoïques granulitisés. Cette hypothèse s'est trouvée vérifiée par la découverte de la gédrite faite par M. Nentien à Caillaouas (*Haute-Garonne*). Depuis lors, j'ai pu recueillir ce minéral en place, dans les schistes paléozoïques au contact du granite à la sortie même du lac de Caillaouas ainsi qu'au glacier des Gourgs Blancs.

trouve en blocs éboulés à Gèdres m'a fait y découvrir d'abondants grains de corindon bleu, mélangés à du spinelle vert.

Haute-Garonne. J'ai rencontré le corindon dans les mêmes conditions qu'à Gèdres, au lac de Caillaouas au fond de la vallée du Louron. Il y est associé à du spinelle vert, à de la staurotide, de l'andalousite, de la sillimanite dans des schistes métamorphisés par le granite. Le corindon et le spinelle enchevêtrés l'un dans l'autre forment souvent une gaine à la staurotide : il semble qu'ils se soient produits par corrosion de ce minéral.

b) *Dans les enclaves énallogènes comme produit métamorphique.*

Dans les cas qui ont été passés en revue plus haut, le corindon est un élément primordial d'enclaves énallogènes, il existe aussi dans d'autres enclaves énallogènes des trachytes et des andésites, mais comme produit dû à l'action métamorphique exercée par le magma volcanique. J'ai décrit des cas de ce genre dans « *les Enclaves des roches volcaniques* ».

Dans les fragments de gneiss englobés par le trachyte de Fontenille près Champeix, des Chazes près le Lioran, on voit fréquemment au microscope de grands cristaux d'andalousite transformés en partie ou en totalité en un agrégat de corindon et de spinelle vert (voir tome I, p. 31, fig. 11). Ce corindon incolore ou bleu en lames minces est toujours formé par des rhomboèdres basés à faces creuses.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Ariège*. La seule localité à signaler[1] dans ce genre de gisement (qui à Ceylan, en Birmanie et au Siam fournit les rubis et les saphirs) est celle d'Arignac. J'y ai rencontré le corindon bleu en grains microscopiques dans les cipolins intercalés dans les gneiss ; il y accompagne le spinelle, la phlogopite, les humites, etc.

4° *Dans les sables et dans les alluvions.*

Le corindon se rencontre dans les sables résultant de la désagrégation des diverses roches indiquées plus haut comme constituant le gisement

1. Le corindon existe toutefois comme élément microscopique normal dans certains gneiss à cordiérite du Puy-de-Dôme : je l'ai en effet trouvé en cristaux anciens dans les enclaves gneissiques à cordiérite, andalousite des trachytes du Capucin au Mont-Dore.

originel de ce minéral. Il s'y concentre, grâce à sa grande dureté et à sa résistance aux actions chimiques avec les autres minéraux lourds (zircon, grenats, métaux précieux, etc.). Je ne m'occuperai pas des gisements (Bassins de l'Océan, de la Méditerranée, Morvan, etc.), où ce minéral ne se trouve qu'en grains microscopiques. Leur seul intérêt est de montrer que le corindon est plus abondant comme élément des roches qu'on ne le suppose généralement. Je citerai seulement un gisement important, en plus de celui d'Espaly que j'ai décrit dans un autre paragraphe à cause de ses relations constantes avec les tufs basaltiques.

Madagascar. — Les sables aurifères des environs de Mevatanana, (Suberbieville) et ceux d'Ambositra, de Bétafo ont fourni des cristaux de corindon présentant la plus grande analogie avec ceux du Coupet, mais possédant, dans la plupart des échantillons que j'ai examinés une teinte uniforme d'un bleu extrêmement foncé ; aussi ne peut-on en extraire pour la taille que des saphirs d'un bleu presque noir.

J'ai observé cependant aussi des corindons limpides, roses ou verdâtres, dans des résidus de lavage du Bélambo que je dois à l'obligeance de M. Suberbie. Leurs cristaux, très roulés, sont accompagnés de zircon rouge, de grenat, de spinelle, de cymophane, de tourmaline polychrome. Il me semble probable que leur gisement originel devra être recherché dans des filons granulitiques ou dans les gneiss.

Il est à noter que le corindon et le spinelle d'un vert clair de ce gisement ont une couleur tellement identique qu'il est nécessaire de les examiner en lumière polarisée pour pouvoir les distinguer l'un de l'autre.

HÉMATITE

(*OLIGISTE*)

Fe^2O^3.

Rhomboédrique : $pp = 86°10'$.

$[a : c = 1 : 1{,}35914$ (Miller[1])].

1. M. Dana adopte avec Kokscharoff $pp = 86°$ d'où $c = 1{,}3656$. Voici la

Formes observées. a^1 (0001); d^1 $(11\bar{2}0)$; e^2 $(10\bar{1}0)$;
p $(10\bar{1}1)$, a^4 $(10\bar{1}2)$, a^2 $(10\bar{1}4)$; $a^{1/2}$ $(01\bar{1}5)$;
b^1 $(01\bar{1}2)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$;

Isoscéloèdres : b^2 $(11\bar{2}3)$, $\varphi = (b^{1/7}\, b^{1/10}\, b^{1/13})$ $(1.1.\bar{2}.10)$; $e_3 = (d^{1/3}\, d^1\, b^1)$ $(22\bar{4}3)$, $z = (d^{1/7}\, d^1\, b^{1/5})$ $(22\bar{4}1)$, $\omega = (d^{1/9}\, d^1\, b^{1/7})$ $(8.8.\bar{16}.3)$.

Scalénoèdres directs : e_5 $(42\bar{6}5)$, $e_{19/4}$ $(15.8.\bar{23}.19)$, $e_{22/5}$ $(17.10.\bar{27}.22)$, e_4 $(32\bar{5}4)$, $\sigma = e_{10/3}$ $(7.6.\bar{13}.10)$, $e_{39/12}$ $(17.24.\bar{51}.39)$, $e_{19/6}$ $(13.12.\bar{25}.19)$, $e_{37/12}$ $(25.24.\bar{49}.37)$ voisin de e_3 $(21\bar{4}3)$; scalénoèdres inverses : $e_{59/24}$ $(35.48.\bar{83}.59)$ voisin de $e_{5/2}$ $(34\bar{7}5)$, e_2 $(12\bar{3}2)$, $e_{8/5}$ $(3.10.\bar{13}.8)$.

Macles. 1° Macles suivant l'axe ternaire se produisant par des modes variés, soit par accolement, soit par pénétration : *a*), suivant la base a^1 (0001), (fig. 18), *b*) suivant un plan perpendiculaire à a^1, c'est-à-dire suivant une face de la zone verticale, qui est généralement e^2 : dans ce dernier cas, tantôt la macle est binaire (fig. 9) et tantôt elle se produit un plus grand nombre de fois (fig. 10), donnant même parfois naissance à un assemblage à symétrie pseudosénaire (fig. 12). Les macles binaires présentent le plus généralement dans l'hématite du Mont-Dore un allongement plus ou moins considérable suivant l'arête pa^1 de la zone qui contient la face d'accolement de la macle.

2° Macles suivant p $(10\bar{1}1)$, parfois linéaires (fig. 15). Elles se présentent parfois comme dans le corindon, sous forme de lames polysynthétiques, et déterminent alors des plans de séparation parallèles à p.

Les angles mesurés suivants ont été observés par M. Schweitzer sur les cristaux de Framont (S.), par M. Gonnard (G.) ou par moi-même sur ceux du Mont-Dore (Lx.), de Beni Saf (Lx[1].), de Pouzac (Lx[2].), de Pontacq (Lx[3].), de Saint-Arnaud (Lx[4].).

correspondance des symboles de Lévy en Miller pour les formes données plus haut :

a^1	(111)	e^1	$(11\bar{1})$	e_4	$(41\bar{1})$
d^1	$(10\bar{1})$	b^2	(210)	$e_{10/3}$	$(10.3.\bar{3})$
e^2	$(11\bar{2})$	φ	$(13.10.7)$	$e_{39/12}$	$(39.12.\bar{12})$
p	(100)	e_3	$(31\bar{1})$	$e_{19/6}$	$(19.6.\bar{6})$
a^4	(411)	z	$(71\bar{5})$	$e_{37/12}$	$(37.12.\bar{12})$
a^2	(211)	ω	$(91\bar{7})$	$e_{59/24}$	$(59.24.\bar{24})$
$a^{1/2}$	(221)	e_5	$(51\bar{1})$	$e_{5/2}$	$(52\bar{2})$
b^1	(110)	$e_{19/4}$	$(19.4.\bar{4})$	e_2	$(21\bar{1})$
$e^{1/2}$	$(22\bar{1})$	$e_{22/5}$	$(22.5.\bar{5})$	$e_{8/5}$	$(85\bar{5})$

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1 a^2$	158°35′	
$a^1 a^4$	141°53′	141°48′ Lx⁴
$a^1 p$	122°30′	122°33′ à 45′ S
$a^2 p$	95°37′	94°29′ S
$a^1 e^2$	90°	
$a^1 a^{1/2}$	162°34′	162° env. G
$a^1 b^1$	141°52′	141°46′
$a^1 e^{1/2}$	122°30′	122°50′ Lx²
$a^1 e^1$	107°40′	107°38′ Lx¹
pe^1 adj.	129°50′	129°49′ Lx¹
$a^1 \varphi$	164°48′	164°30′ S
$a^1 b^2$	137°49′	137°4′ Lx
$a^1 e_3$	118°53′	118°38′ Lx′ 53′ Lx
$e_3 e_3$ s. d^1	122°14′	122°12′ Lx¹ 25′ à 30′ S
$e_3 z$	161°32′	161°28′ Lx²
$a^1 z$	100°25′	100°20′ Lx, 30′ Lx²
zz sur d^1	159°10′	159°15′ Lx¹
$a^1 \omega$	94°33′	94°38′ Lx¹
$a^1 d^1$	90°	
$a^1 e_2$	115°43′	115°43′ Lx 50′ Lx
$a^1 e_5$	121°3′	121° Lx
$a^1 e_4$	120°19′	
$a^{1/2} a^{1/2}$	149°56′	
$a^2 a^2$	143°7′	
$a^4 a^4$	115°22′	115°18′ Lx³ 32′ Lx⁴
*pp	86°10′	
pb^2	152°42′	
pb^1	153°5′	
pd^1 adj.	90°	
$d^1 b^1$ adj.	90°	
$b^1 b^1$ s. a^2	115°22′	
$b^1 a^2$	147°41′	
$e^{1/2} e^{1/2}$	86°10′	
$e^1 e^1$	68°47′	
pe_5	163°43′	163°41′ S 42′ Lx
$pe_{19/4}$	162°54′	162°57′ G
$pe_{22/5}$	161°38′	161°30′ G
pe_4	159°56′	158°53′ S
$pe_{10/3}$	156°20′	156°52′30″ S
$pe_{39/12}$	155°48′	155°41′ G
$pe_{19/6}$	155°14′	155°3′ G
$pe_{37/12}$	154°39′	154°30′ G
pe_3	154°2′	154°6 à 20′ S 154°1′ G
$e_3 e_3$ s. p	128°4′	
$pe_{5/2}$	149°42′	
$pe_{59/24}$	149°17′	149°18′ G
pe_2	143°51′	
$e_2 e_3$ adj.	169°49′	170° Lx
$pe_{8/5}$	137°37′	137°21′ G
pe^1 s. e_3	124°24′	124°22′ Lx
pd^1 s. e^1	90°	
$e_2 e_2$ s. e^1	145°42′	145°25′ Lx
zz adj.	121°5′	

Formes et faciès [1]. Les cristaux d'hématite se présentent avec des faciès assez variés.

1. On désigne sous le nom de *martite* des cristaux de symétrie cubique (généralement des octaèdres réguliers), ayant une poussière rouge et constitués par du Fe^2O^3, parfois mélangé de magnétite (ils sont alors un peu magnétiques). Les cristaux de ce genre et notamment ceux du Mont-Dore ont une structure et une origine différente. Il faut y distinguer : 1° des groupements réguliers d'hématite et de magnétite ou de magnésioferrite ; 2° des cristaux de magnétite pseudomorphisés en hématite (c'est pour ceux-là que je réserve le nom de *martite*) ; enfin, dans certains gisements autres que ceux du Mont-Dore, des pseudomorphoses de pyrite en hématite.

Les cristaux des gisements français appartenant aux deux premières catégories sont étudiés aux articles *magnétite* et *magnésioferrite* (tome IV).

Type I. Cristaux essentiellement constitués par un rhomboèdre et particulièrement par p (10$\bar{1}$1) ; ils sont dans ce cas d'apparence cubique : plus rarement, on observe comme forme dominante des rhomboèdres obtus a^4 (10$\bar{1}$2), etc. La base n'existe pas ou ne forme qu'une petite facette.

Type II. Cristaux caractérisés par la prédominance de l'isoscéloèdre e_3 (22$\bar{4}$3) (fig. 29) ; ils présentent souvent en outre p (10$\bar{1}$1) et a^2 (10$\bar{1}$4) (type de l'île d'Elbe) (fig. 31).

Type III. Cristaux différant de ceux du type I par l'existence de la base ; le rhomboèdre dominant est p (fig. 2 et 28), très rarement b^1 (01$\bar{1}$2) ; e_3 existe fréquemment, et par augmentation de son importance, ce type passe au type V : la macle la plus fréquente de ce type est celle parallèle à p.

Type IV. L'*hématite spéculaire* se rapproche par sa forme du type III, mais ses cristaux sont de grande taille, très aplatis suivant a^1, dont les faces sont fort éclatantes. A l'inverse des cristaux du type précédent qui ne présentent pas d'allongement anormal, ils sont souvent allongés suivant une arête a^1 p et maclés autour de l'axe ternaire. (fig. 5 à 7).

Type V. Cristaux avec une large base (et fréquemment aplatissement parallèlement à celle-ci) et l'isoscéloèdre e_3 (22$\bar{4}$3) dominant; p est fréquent (fig. 20 à 22), mais souvent peu développé : c'est le type II aplati suivant la base. Les cristaux de ce type sont parfois empilés en grand nombre parallèlement à la base, donnant ainsi un assemblage à faciès prismatique (fig. 23).



Fig. 1.
Eisenrose : Cristaux d'hématite titanifère du type V groupés en rosettes.

Type VI. Cristaux basés, avec prisme d^1 (11$\bar{2}$0) dominant (fig. 17), parfois remplacé par des isoscéloèdres très aigus voisins de d^1 (Pouzac) (fig. 19), (c'est le type III du corindon); plus rarement le prisme dominant est e^2 (10$\bar{1}$0),il est parfois associé à d^1 (fig. 32.)

Ces cristaux sont soit aplatis suivant la base soit allongés suivant l'axe vertical (fig. 17).

Les types III et V constituent souvent des cristaux très aplatis suivant a^1 qui se groupent en grand nombre à axes imparfaitement parallèles pour donner des assemblages en rosettes parfois très réguliers (*eisenrose*) (fig. 1).

Les faces a^1 (0001) sont souvent convexes par suite d'oscillation avec a^2 (10$\bar{1}$4), dont les faces sont elles-mêmes courbes. Elles sont parfois striées parallèlement à une arête a^1 $a^{1/2}$. Dans l'hématite spéculaire, elles présentent les particularités de structure décrites page 256 (fig. 8).

Le rhomboèdre $a^{1/2}$ se présente sous forme de faces ternes ou moirées, très striées parallèlement à leur intersection avec a^1 (fig. 3).

L'hématite se trouve aussi en lamelles micacées ou en lames plus épaisses, empilées parallèlement à leur base, en masses columnaires, concrétionnées, fibreuses, botroydes, réniformes, stalactiformes, oolitiques et pisolitiques, en masses grenues ou compactes, enfin il existe des variétés terreuses plus ou moins impures (*ocre rouge*).

L'*itabirite* est une roche schisteuse essentiellement constituée par des paillettes d'hématite, associées à du quartz, de la magnétite, etc.

Clivages. L'hématite ne présente pas de clivages, mais des plans de séparation suivant a^1 (0001) et suivant p (10$\bar{1}$1) ; ces derniers sont dûs à des macles polysynthétiques. Cassure inégale ou un peu conchoïde ; cassure lisse dans les variétés réniformes.

Dureté. 5,5 à 6,5. Les lames minces sont élastiques, les cristaux sont fragiles ; les variétés écailleuses ou terreuses sont tendres et douces au toucher.

Densité. 4,9 à 5,3. 5,2 à 5,25 (cristaux) ; les variétés compactes ou terreuses ont souvent une densité inférieure à 4,5.

Coloration et éclat. Les cristaux et les masses grenues sont d'un gris d'acier ou d'un noir de fer. Les écailles, assez minces pour être transparentes, sont d'un rouge de sang ; les variétés terreuses sont rouges.

Éclat métallique souvent très vif dans les cristaux, extrêmement éclatant dans l'*hématite spéculaire* dont les faces a^1 peuvent servir de miroir, ainsi que l'indique leur nom. Poussière rouge cerise à brun rouge. Opaque, sauf en écailles ou en lames très minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et négative (n_p).

$$\mathbf{n_g} = 3{,}042 \text{ Wülfing}$$
$$\mathbf{n_p} = 2{,}797$$
$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}245$$

Pléochroïsme. L'hématite est pléochroïque.

$\mathbf{n_g}$ = rouge brun
$\mathbf{n_p}$ = rouge jaunâtre

Propriétés magnétiques. Quelques variétés sont un peu magnétiques et quelquefois magnétipolaires (mélange avec de la magnétite). La conductibilité électrique est près de deux fois plus grande parallèlement à la base que perpendiculairement à celle-ci.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Fe^2O^3 est la suivante :

Fe.....	70
O.	30
	100

L'hématite renferme parfois du titane et passe alors à l'ilménite ; je range ici toutes les variétés renfermant moins de 10 °/₀ de titane et notamment les cristaux d'*eisenrose* des Alpes.

De très nombreuses analyses de *minerais* d'hématite plus ou moins purs provenant de gisements français ont été publiées par Berthier (*Essais par la voie sèche*, II. 223. 1834) et plus récemment par M. Carnot (*A. M.* LXVIII. 5 à 163. 1890) ; elles ont surtout un intérêt au point de vue de la richesse en fer des minerais des localités dont ils proviennent.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Pour les remarquables groupements réguliers de l'hématite avec la magnétite, la magnésioferrite, la biotite et le rutile, voir à la description de ces espèces.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau, mais au feu réducteur se transforme en magnétite qui agit énergiquement sur l'aiguille aimantée. Donne toutes les réactions colorées du fer.

Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré ; la dissolution est facilitée par l'addition d'un peu d'iodure de potassium.

Altérations. L'hématite, par réduction sous l'influence de matière organique, peut donner de la magnétite, du protoxyde de fer qui se transforme en sidérite ; elle peut se transformer en limonite, en pyrite, etc.

Diagnostic. La coloration rouge de la poussière, la plus facile solubilité dans l'acide chlorhydrique, font distinguer l'hématite de l'ilménite, qui a des formes voisines, mais dont la couleur est plus noire ; l'absence de magnétisme énergique et la couleur de la poussière constituent un bon diagnostic différentiel de la magnétite, en cas d'absence de formes géométriques. Les variétés compactes rouges sont moins denses que le cinabre de même couleur qui se distingue facilement en outre grâce à ses propriétés pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hématite est très abondante dans les gisements les plus divers qui vont être passés en revue plus loin ; elle se trouve aussi comme inclusions microscopiques dans un grand nombre de minéraux ou de roches qu'elle colore en rouge ; je me contenterai de cette seule mention pour ce genre de gisement qui n'a qu'un intérêt minéralogique restreint.

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives ;

3° Dans les schistes cristallins ;

4° Dans les filons et les gîtes de substitution ;

5° Dans les formations sédimentaires ;

6° Dans les opérations industrielles.

1° *Dans les roches éruptives.*

L'hématite est très répandue dans un grand nombre de roches éruptives et particulièrement dans les types acides (granulites, syénites, rhyolites et trachytes), dans certaines phonolites, etc. Elle n'y joue qu'un rôle accessoire, elle y est d'âge très ancien quand elle est d'origine primaire. Les lames sont micacées, souvent incluses dans la plupart des éléments (quartz, feldspaths, micas, des roches acides, hauÿne des roches à néphéline, etc.) qu'elle colore en rouge

Ce n'est que comme minéral de fumerolles que l'hématite se trouve en cristaux minéralogiquement intéressants dans les roches éruptives ; les gisements français suivants méritent d'être étudiés à ce point de vue.

a) *Dans les diabases.*

Pyrénées. — Les diabases ophitiques des Pyrénées renferment très fréquemment, comme produit secondaire de remplissage de fentes, de l'hématite qui s'y présente exclusivement sous forme de larges lames, généralement accolées sur les parois des fentes. Elles sont aplaties suivant la base et ne présentent que rarement des faces déter-

minables. Le minéral est, suivant les localités, associé à du quartz, de la calcite, de la dolomite, de l'épidote, de l'asbeste. Je citerai les quelques gisements suivants :

Basses-Pyrénées. Dans le gisement de tourmaline de Lys, l'hématite forme de petites lames hexagonales à stries triangulaires sans faces mesurables autres que p et e_3 $(22\bar{4}3)$; elle est implantée sur du quartz cristallitique et de la dolomite.

A Pontacq, au contraire, ce minéral se trouve parfois en cristaux très nets de 1 à 2 millimètres constitués par le rhomboèdre a^4 $(10\bar{1}2)$, donnant de bonnes mesures, ses faces sont très éclatantes. Il est généralement associé à un rhomboèdre plus obtus, extrêmement strié horizontalement, qui fournit une série ininterrompue de réflexions. Ce même rhomboèdre existe aussi seul, il est alors extrêmement cannelé.

Ariège. On trouve aussi l'hématite lamelleuse en beaux échantillons dans l'ophite à Lordat, Vèbre, Lacourt, etc.

b) *Dans les péridotites (serpentines)*.

Nouvelle-Calédonie. — Les serpentines altérées de la Nouvelle-Calédonie renferment une grande quantité de minerais de fer, constitués, soit par de l'hématite compacte, soit par de la limonite ou par le mélange des deux. Ces minerais d'origine secondaire sont associés à de la chromite.

c) *Dans les roches volcaniques (fumerolles)*.

Les volcans modernes renferment en grande abondance des cristaux souvent lamelleux d'hématite formés par sublimation, grâce à la réaction à haute température de la vapeur d'eau sur le chlorure de fer. De semblables cristaux sont fréquents dans les fissures des roches et des tufs volcaniques de beaucoup de gisements tertiaires et quaternaires du Plateau Central.

La production de l'hématite dans de semblables conditions est indépendante de la nature chimique et minéralogique de la roche au milieu de laquelle on la rencontre, aussi n'est-ce que pour faciliter les recherches que je considérerai successivement les gisements situés dans les trachytes et les andésites, puis ceux des basaltes.

α) Dans les trachytes et les andésites.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les gisements les plus remarquables qui ont fourni des échantillons d'une beauté exceptionnelle pouvant rivaliser avec ceux des plus célèbres gisements étrangers connus (Stromboli, Vésuve, etc.), sont situés au Mont-Dore et particulièrement dans les fentes des trachytes à grands cristaux de sanidine du Puy de la Tache et dans ceux de la partie inférieure de la coulée trachytique de la grande cascade du Mont-Dore.

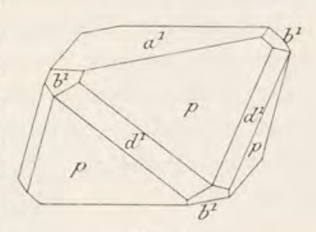


Fig. 2
Hématite du Mont-Dore, type III.

Les cristaux de ces deux gisements ne diffèrent pas les uns des autres au point de vue de leur forme. Quand ils sont de petite taille, ils sont assez épais et appartiennent au type III (fig. 2 et 28). Dès qu'ils sont un peu gros, ils sont minces, extrêmement éclatants et appartiennent à la variété spéculaire (type IV). Ils atteignent alors jusqu'à 8 centimètres de plus grande dimension dans la face a^1 (0001) d'aplatissement. Ils présentent non seulement des macles fréquentes, mais encore de nombreux empilements à axes parallèles. Leurs faces sont souvent creusées de cavités cristallitiques (fig. 4), leurs arêtes sont parfois arrondies et brillantes, comme si elles avaient été fondues.

Les formes constantes dans ces cristaux sont a^1 (0001) et p toujours très développée (type III) ; e_3 (22$\bar{4}$3) et d^1 (11$\bar{2}$0) sont très fréquentes, mais d'ordinaire peu larges. Les formes b^1 (01$\bar{1}$2), e^1 (02$\bar{2}$1), e_5 (42$\bar{6}$5), ne sont pas rares, mais ne constituent jamais que de petites faces ; il en est de même pour une série de scalénoèdres directs $e_{37/12}$ (25.24.$\overline{49}$.37), $e_{19/6}$ (13.12.$\overline{25}$.19), $e_{39/12}$ (25.24.$\overline{51}$.39), $e_{22/5}$ (17.10.$\overline{27}$.22), $e_{19/4}$ (15.8.$\overline{23}$.19) ou inverses, $e_{8/5}$ (3.10.$\overline{13}$.8), $e_{59/24}$ (35.48.$\overline{83}$.59), signalés par M. Gonnard (*C. R.* CXXVI.1048.1898) ; ils forment de très petites facettes linéaires entre p et e_3 J'ai moi-même trouvé le scalénoèdre inverse e_2 (12$\bar{3}$2) assez développé sur des macles dont il est question plus loin.

Fig. 3
Hématite du Puy de la Tache. Projection sur la base.

Le rhomboèdre $a^{1/2}$(01$\bar{1}$5) se présente parfois sous forme de larges faces ternes ou à éclat moiré, souvent ondulées qui se relient à des

stries sur la base ; le cristal représenté par la figure 4 que m'a communiquée M. Gonnard représente un cas fréquent de cristaux dans lesquels le rhomboèdre $a^{1/2}$ est largement développé ; c'est par suite d'une erreur de gravure que $a^{4/5}$ a été inscrit sur cette figure.

Les cristaux d'hématite spéculaire ont assez rarement leur développement normal, avec symétrie ternaire sautant aux yeux. Très souvent en effet, ils sont allongés suivant une arête a^1 p, deux couples de faces p parallèles sont très développées, tandis que les autres sont à peine indiquées. La face a^1 présente alors la forme d'un losange de 60° et de 120°.

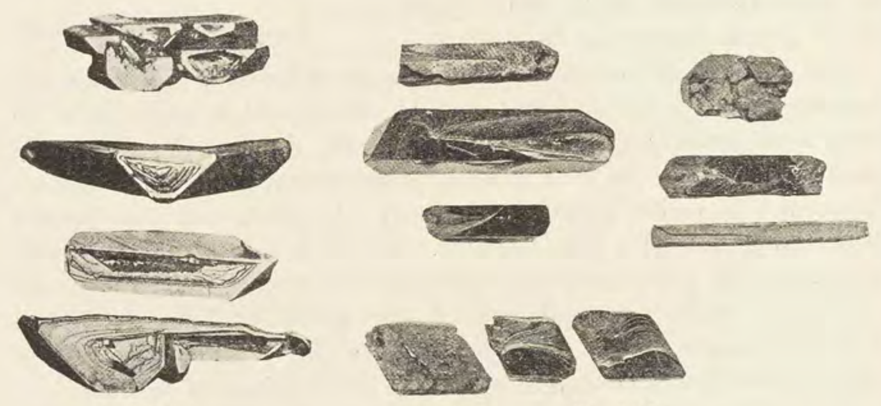


Fig. 4
Hématite spéculaire du Puy de la Tache, montrant la structure cristallitique des faces p. (*Photographie, grossissement variant de* 1/3 à 1/2).

Fig. 5 à 7.
Hématite spéculaire du Puy de la Tache à développement anormal (fig. 7 en bas) et allongée suivant a^1 p (fig. 5 à gauche). La fig. 6 (à droite, en haut, représente trois cristaux maclés suivant e^2 (p. 258) (*Photographie grandeur naturelle*).

Les orȷis cristaux inférieurs de la fig. 7 correspondent à ce type ; ils sont placés de telle sorte qu'une de leurs faces p est inclinée en avant vers l'observateur. Les trois cristaux représentés en haut (à gauche) par la fig. 5 correspondent au même type, mais ils sont beaucoup plus allongés suivant une arête p a^1 et ils sont en même temps plus épais.

Les faces a^1 d'aplatissement présentent des stries parallèles aux arêtes a^1 p et portent souvent des pyramides triangulaires, constituées par de petites lamelles superposées et décroissantes ; elles donnent naissance ainsi au rhomboèdre $a^{1/2}$ $(01\bar{1}5)$ dont les faces sont striées et ternes, alors que la base est éclatante comme celle de la grande lame spéculaire qui les porte (fig. 8). Cette structure lamellaire apparaît aussi sur a^1 dans des figures en creux n'ayant d'ordinaire qu'une forme vaguement triangulaïre.

Les macles sont extrêmement fréquentes parmi les cristaux d'hématite spéculaire, la plus commune est celle qui se produit par rotation autour de l'axe ternaire ; elle présente plusieurs genres de disposition. 1° le plan d'assemblage est a^1. Cette macle se reconnaît facilement quand il existe des angles rentrants, ce qui est le cas le plus fréquent. Les

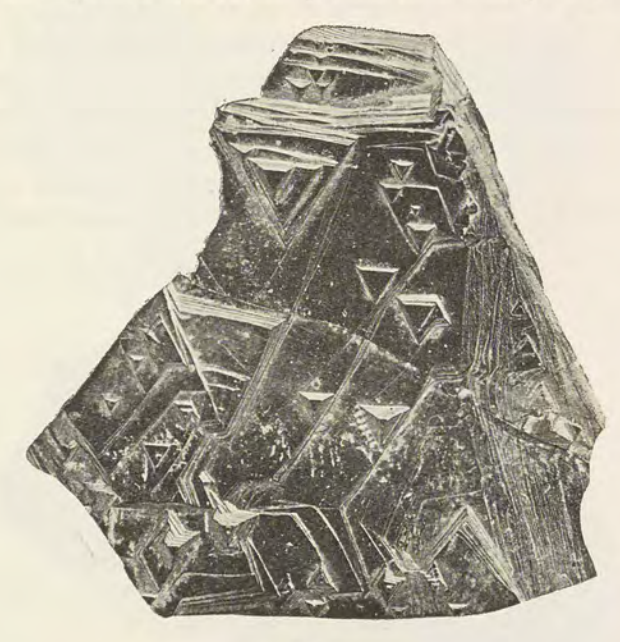


Fig. 8.
Hématite spéculaire (type IV) du Puy de la Tache montrant sur la face a^1 des pyramides triangulaires limitées par $a^{1/2}$. (*Photographie ; grossissement de* 1/3.)

deux individus constituant la macle ont souvent leurs faces dominantes inégalement développées. Dans le cas contraire, on la distingue grâce à l'identité de disposition des figures triangulaires des faces a^1 supérieures et inférieures, alors que dans les cristaux non maclés ces figures sont orientées différemment, le sommet des unes occupant la position de l'un des côtés des autres.

2° Le plan d'assemblage est une face de la zone verticale (et par suite normal à a^1).

La macle a lieu d'ordinaire par accolement suivant une face e^2 : le plus généralement elle est binaire.

Cette macle est surtout réalisée dans les cristaux allongés suivant une arête a^1 p. Tandis que ceux-ci à l'état simple, ont l'aspect dissymétrique mis en évidence par la figure 5 (à gauche, en haut), les macles de ce type au contraire ont la forme symétrique, présentée par les trois cristaux de la partie droite de la figure 6 : On voit leurs faces p et $\bar{p}$ s'inclinant symétriquement sur la même face a^1.

La figure 9 est la reproduction d'un beau cristal offrant la même macle qui est rendue très apparente grâce à la netteté des figures triangulaires de la base a^1 : elles sont symétriques par rapport à un plan perpendiculaire à a^1 passant par l'arête pa^1. L'une des bases de ces triangles est parallèle à ce plan, alors que le sommet opposé est dirigé du côté des faces p, que l'on voit symétriquement inclinées sur la base.

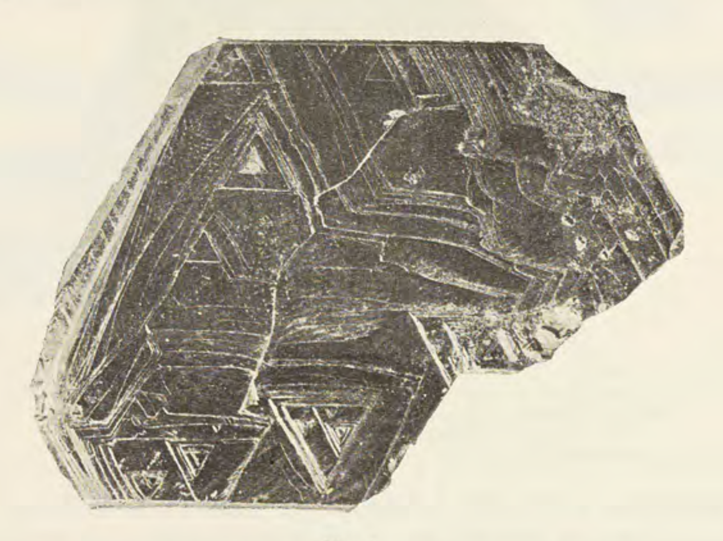


Fig. 9.
Hématite spéculaire du Puy de la Tache. Macle binaire suivant e^2.
(*Photographie, grossissement de deux diamètres.*)

La macle qui vient d'être décrite est parfois polysynthétique. Il y a deux cas à considérer : les faces d'association des deux individus peuvent être parallèles entre elles : c'est de beaucoup le cas le plus fréquent.

La figure 10 représente un groupement de ce genre que j'ai recueilli à la Grande Cascade. Il est constitué par deux macles binaires, groupées entre elles suivant la même loi.

La figure 11 donne le schéma de la disposition des divers individus constituant ce groupement : on y voit dans la bande 1′, des superpositions de deux individus qui ne sont pas distinctes sur la photographie.

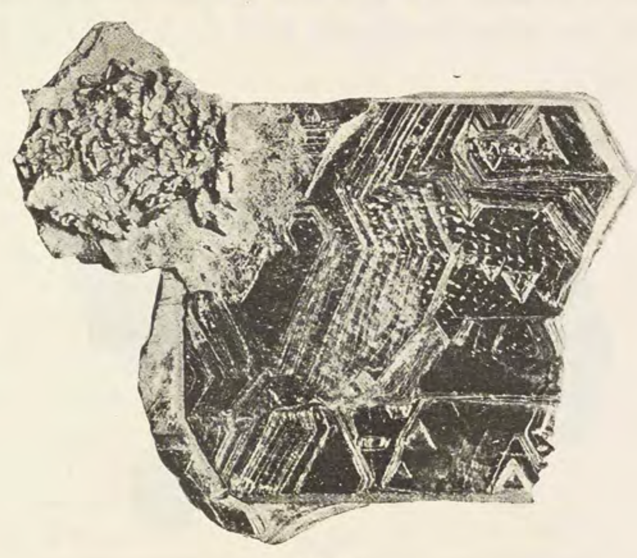


Fig. 10.
Hématite de la Grande Cascade, macle polysynthétique suivant e^2.
(*Photographie, grossissement de 2/3*).

Dans d'autres macles polysynthétiques, les faces d'association e^2 des

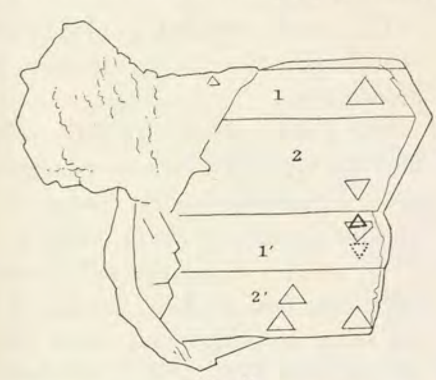


Fig. 11.
Figure théorique de la photographie fig. 10.



Fig. 12.
Hématite du Puy de la Tache, macle polysynthétique suivant e^2.

divers individus ne sont plus parallèles entre elles : il en résulte un assemblage à apparence sénaire tel que celui qui est représenté par

la fig. 12. J'ai trouvé le cristal figuré ci-contre au puy de la Tache les facettes e_2 $(12\bar{3}2)$ ont leurs faces creuses.

On rencontre parfois des groupes dendritiques de lames dans lesquels sont entremêlés des individus simples et d'autres maclés suivant l'un des modes décrits plus haut. La figure 13 est la repro-

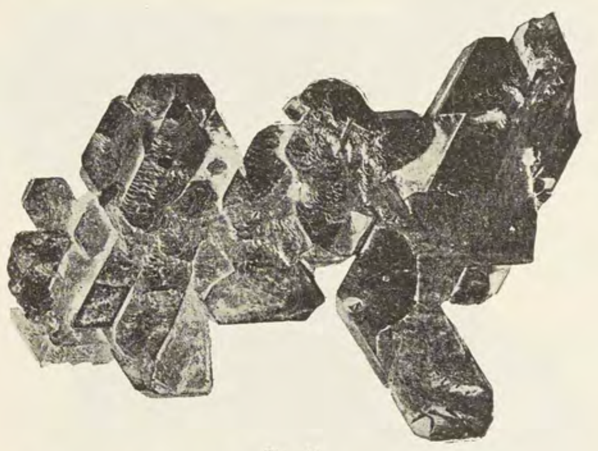


Fig. 13.
Hématite du Puy de la Tache. Groupement de cristaux maclés suivant e^2. (*Photographie, grossissement de 1/2.*)

duction d'un beau groupe de ce genre ; le schéma de la fig. 14 indique l'orientation des individus qui le constituent.

Fig. 14.
Hématite du Puy de la Tache (figure théorique de la photographie fig. 13).

La macle suivant p $(10\bar{1}1)$ est beaucoup moins fréquente que la précédente.

Elle s'observe dans les petits cristaux du type III : ils sont généralement d'égale dimension (1mm. 5) : ils sont d'ordinaire de la forme p a^1 d^1 b^1 accolés et un peu aplatis suivant une face p. Les faces p et $\bar{p}$ des deux individus font entre elles un angle de 172° (172° 4′ observé).

Ces petites macles extrêmement brillantes sont souvent implantées sur une lame d'hématite spécuire. Dans l'un des échantillons que j'ai étudiés, la face p de cette

dernière est à deux ou trois minutes près, parallèle à la face p de l'un des individus de la macle.

Les individus constituant la macle n'ont pas toujours les mêmes dimensions, souvent l'un d'eux est très petit et implanté sur un plus gros. Ces macles sont identiques à celles de l'hématite du Stromboli, décrites par M. Strüver au mémoire duquel (*R. Accad. Lincei* VI. 153. 1889), j'ai emprunté les figures 15 et 16.

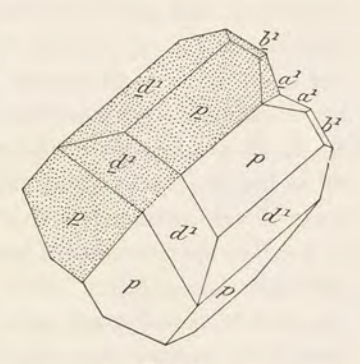


Fig. 15
Hématite du Puy de la Tache. Macle suivant p $(10\bar{1}1)$.

J'ai enfin rencontré la disposition suivante :

L'un des individus de la macle est une large lame spéculaire (type IV) de plusieurs centimètres, aplatie suivant la base. L'autre est un cristal non allongé, moins aplati (type III), n'ayant qu'un ou deux millimètres de plus grande dimension. Il est facile de déterminer l'angle rentrant $a^1\ \bar{a}^1$ de 115°14′ (115°20′ observé) et de constater le parallélisme des zones $p\ a^1$ dans les deux cristaux grand et petit.

Le gisement du puy de la Tache peut être assez facilement étudié sur place, alors qu'il est difficile de recueillir aujourd'hui de beaux cristaux à la Grande Cascade. Il se trouve à peu de mètres au-dessous du sommet du puy et sur son versant S.-O. Les fissures du trachyte sont irrégulières ; les petits cristaux du type III recouvrent leurs parois et pénètrent la roche qui est souvent criblée de cristaux d'augite d'un beau jaune d'or. Ces petits cristaux d'hématite sont fréquemment associés à de très beaux octaèdres constitués par des groupements réguliers de magnétite et de lamelles d'hématite (voir à *magnétite*).

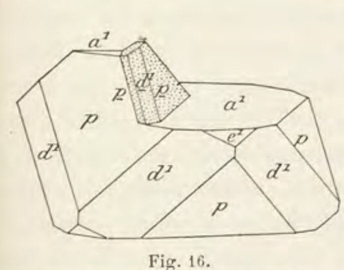


Fig. 16.
Hématite, macle suivant p $(10\bar{1}1)$.

Quant aux grands cristaux d'hématite spéculaire, je ne les ai jamais vus adhérents à la gangue, ils se trouvent isolés dans les cavités, mélangés à des débris de la roche : ils doivent sans doute former dans

ces cavités des enchevêtrements très délicats qui se brisent dès que l'on frappe sur le trachyte pour mettre à découvert ses fissures riches en cristaux.

L'hématite se rencontre aussi en cristaux plus petits, mais présentant les mêmes particularités ; au Roc de Cuzeau, au pic de Sancy, dans le ravin de Lacour, dans celui de Riveau Grand et au Capucin. Dans ces deux derniers gisements, les cristaux sont fort petits et généralement localisés avec d'autres minéraux de sublimation dans les vacuoles de blocs trachytiques ou andésitiques, enclavés dans les trachytes ou la brèche trachytique : ils appartiennent au type III, avec d'ordinaire développement normal (a^1 p e_3, et très petites facettes d^1, e^1, b^1).

Au Roc de Cuzeau, on trouve dans les fentes du trachyte à grands cristaux de sanidine, des cristaux rouges de *martite* à faces ternes (magnétite transformée en hématite) et des octaèdres à faces brillantes constitués par des rhomboèdres basés d'hématite, présentant des groupements réguliers avec la magnétite et la magnésioferrite (voir à *magnétite*). Le gisement en place de ces cristaux est extrêmement difficile à atteindre, il se trouve dans des fentes qui tapissent les abrupts du roc, tout près du sommet.

La chaîne des Puys est très riche en gisements d'hématite spéculaire (Sarcouy, Puy Chopine, Puy de Dôme), mais sauf dans ce dernier gisement, les cristaux sont toujours de très petite taille. Ils présentent essentiellement les mêmes caractéristiques qu'au Mont-Dore ; les groupements octaédriques de magnétite et d'hématite ne sont pas rares.

Les plus beaux cristaux de cette région ont été trouvés au sommet du Puy de Dôme, dans une grande crevasse située près de l'Observatoire ; ils forment sur la dômite (qui est localement colorée en rouge par des inclusions du même minéral), un revêtement de petits cristaux ayant en moyenne de 2 à 4 millimètres, mais on y a trouvé exceptionnellement des agrégats miarolitiques (ayant plus d'un décimètre cube) de grandes lames pouvant atteindre et même dépasser 2 centimètres de plus grande dimension. Ces lames sont beaucoup plus fragiles, beaucoup plus minces que celles du Mont-Dore et d'un noir plus sombre ; elles contiennent parfois un peu de titane. Les formes sont les mêmes que dans cette dernière région ; les lames allongées suivant une arête a^1 p, avec macles symétriques (binaires) suivant a^1 sont particulièrement fréquentes et souvent constantes dans un échantillon donné.

M. Laval a signalé (*Mém. Acad. Clermont* XVI. 635. 1874) des cristaux prismatiques d'hématite saupoudrés de fiorite. M. Gonnard m'a donné un échantillon de ces cristaux : ils présentent les formes représentées par la fig. 17 et caractérisées par le grand développement du prisme d^1 (11$\bar{2}$0) (type VI) ; ils offrent parfois des macles avec accolement suivant a^1, remarquablement symétriques (fig. 18) et plus rarement des macles polysynthétiques du type de la fig. 12.

Les cristaux du Puy de Sarcouy appartiennent aux types III, IV et V : ils affectent parfois les formes des fig. 20 à 22, avec en outre de petites facettes b^2 (11$\bar{2}$3), z (22$\bar{4}$1) et d^1 (11$\bar{2}$0); ils forment aussi des lames crêtées sans forme géométriquement déterminable.

Enfin, il me reste à signaler une forme curieuse d'hématite qui se rencontre au Puy Chopine. Ce puy est constitué par un dôme de dômite qui a soulevé un lambeau de schistes et de cornéennes précambriens, métamorphisés par le granite. Des cheminées de fume-

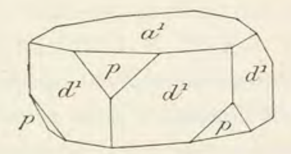


Fig. 17.
Hématite du Puy de Dôme. (Type VI).

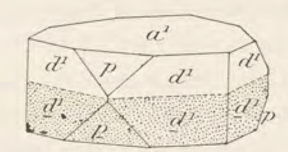


Fig. 18.
Hématite du Puy de Dôme (macle symétrique par rapport à a^1.

rolles se sont produites au contact de la dômite et de cette énorme enclave : les parois en sont localement tapissées d'enduits cristallitiques d'hématite ; ce sont des rhomboèdres basés, très allongés suivant une arête a^1 p et dessinant des arborisations capricieuses, particulièrement belles sur les parois planes des schistes métamorphisés. Les individus cristallins constituant ces palmes ont jusqu'à un décimètre de plus grande dimension.

Des cristallites analogues d'hématite se rencontrent dans les basaltes du Puy de la Vache. On verra plus loin la description de curieux cristaux de magnétite trouvés dans les mêmes conditions au puy Chopine.

Les andésites du Pariou et celles de Volvic renferment fréquemment des cristaux d'hématite qui ne sont jamais de grande taille, ils présentent le même aspect et les mêmes formes que ceux de Royat, dont il est question plus loin.

b) *Dans les basaltes.*

Plateau central. — *Puy-de-Dôme.* Aux environs de Clermont, à Royat, la coulée de Gravenoire fournit de très beaux échantillons d'hématite qui se présente parfois aussi en lames extrêmement minces, transparentes, d'un très beau rouge.

Les cristaux d'hématite de Royat appartiennent en général au type III (fig. 2 et 28), par la grande prédominance du rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ à faces creuses qui accompagne la base; les formes d^1 $(11\bar{2}0)$, e_3 $(22\bar{4}3)$, e_5 $(42\bar{6}5)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ sont toujours petites. Les macles, sans être absentes, sont moins fréquentes que dans les cristaux des gisements étudiés plus haut. Le type spéculaire existe aussi, mais il est moins abondant que le précédent.

J'ai observé dans ce gisement quelques échantillons de groupements octaédriques de magnétite et d'hématite.

Les fumerolles de Gravenoire méritent une mention spéciale. Nous y avons trouvé, en effet, M. P. Gautier et moi (*C. R.* CXXVIII,1529. 1898) une remarquable formation de silicates cristallisés (pyroxènes, plagioclases, etc.), en même temps que d'hématite, non seulement dans les interstices des cendres basaltiques, mais encore à la surface des enclaves de granite en partie fondues.

Les fentes des laves basaltiques du puy de la Vache présentent de fort belles lames cristallitiques d'hématite, semblables à celles dont il vient d'être question au Puy Chopine. De très beaux cristaux se trouvent aussi dans des scories basaltiques, en partie décolorées par les émanations acides. Ces cristaux se trouvent isolés ou peu nombreux dans les cavités de ces scories, ils ne forment pas de revêtement continu comme au Mont-Dore ou à Gravenoire. Ils ont la même forme que dans ce dernier gisement, avec souvent assez grand développement de e_3 (type III avec passage au type V).

Alpes. — *Isère.* L'hématite spéculaire se rencontre quelquefois dans les vacuoles des spilites des Alpes, avec calcite, sidérite, dolomite (Champ). Elle se trouve aussi sous la même forme dans les fentes des calcaires et du gypse au contact de ces roches éruptives.

Guadeloupe. — La collection du Muséum renferme de gros cristaux d'hématite spéculaire, indiqués comme provenant de la rivière Duplessis, dans le S.-O. de la Guadeloupe. Ils ressemblent à ceux du

Puy de la Tache, et offrent la macle par accolement suivant a^1, avec la forme p dominante.

La Réunion. — L'hématite sous la forme spéculaire et sous celle du type III se rencontre dans les cavités des laves basaltiques de La Réunion.

2° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Contacts du granite.*

Dans les gisements dont il s'agit ici, l'hématite n'a pas été apportée par le granite[1], elle résulte de la transformation, sous l'influence de cette roche, de sédiments ferrugineux qui existent normalement aux mêmes niveaux dans d'autres gisements sans relation avec le granite. Elle se présente sous forme micacée et elle est souvent mélangée à de la magnétite : elle ressemble souvent alors à l'itabirite (voir p. 267).

Normandie. — *Manche.* Les assises siluriennes de Dielette renferment au contact du granite un gîte constitué par un mélange de magnétite et d'hématite lamellaire. Du grenat mélanite est associé à ce minerai, dans lequel il n'a pas été trouvé de cristaux distincts d'hématite.

Bretagne. — *Morbihan.* Les minerais de fer qui ont été exploités au bois d'Avy, à 10 km. E. de Rochefort-en-Terre, sont interstratifiés dans le silurien supérieur métamorphisé par le granite. Il sont constitués par des lentilles d'hématite rouge, quelquefois mamelonnée et fibreuse, mais affectant parfois l'apparence d'un schiste micacé (voir à *dufrénite*). Des gisements analogues se trouvent aux environs de St.-Jacut.

Loire-Inférieure. Les grès armoricains (ordoviciens), métamorphisés par la granulite du moulin de Perny, près St.-Gildas-des-Bois, renferment des couches d'hématite écailleuse, mélangée à un peu de magnétite. Celles-ci sont traversées par des veines de quartz renfermant de l'hématite en plus grandes lames.

1. On verra à l'article *magnétite* un exemple de gîte ferrifère dû au contraire à des émanations granitiques (Boutadiol) (*Ariège*). Plusieurs des gisements d'hématite sédimentaire paléozoïque décrits page 278 se trouvent au milieu de sédiments métamorphisés par le granite, mais l'hématite y est d'origine secondaire, c'est pourquoi je ne m'en occupe pas ici.

Congo. — Des quartzites riches en hématite micacée et en magnétite se trouvent dans l'Okanda, sur le bord de l'Ogooué au contact du granite : regardés par Lenz (*Verh. geol. Anst.* 1878, 168), comme analogues aux itabirites du Brésil, ils sont attribué par Barrat (*A. M.* 1895) à des sédiments métamorphisés par le granite de Lopé.

Des roches analogues se trouvent au bord de la Sébé et dans le haut Oubanghi.

b) *Dans les calcaires et les gypses métamorphisés par les ophites et les lherzolites.*

L'hématite est fréquente dans les roches métamorphisées par les ophites et les lherzolites, mais elle ne s'y présente en beaux cristaux que dans un petit nombre de localités, elle y constitue un minéral de fumerolle.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les calcaires jaunes de Montloo dans la Serre de Pouzac, près Bagnères-de-Bigorre, renferment localement de petits cristaux d'hématite, ayant en moyenne 1 millimètre de plus grande dimension. M. Zirkel y a signalé (*Z. d. d. geol. Gesell.* XIX. 208. 1867) la combinaison a^1 d^1 e_3.

J'ai étudié un grand nombre de cristaux de ce gisement : ils sont assez variés de forme ; leurs faces sont brillantes (surtout la base), mais généralement concaves et elles ne fournissent pas de bonnes mesures. J'y ai rencontré deux variétés du type VI. Dans l'une, les cristaux sont allongés suivant la base a^1 (0001) ; celle-ci et l'isoscèloèdre z (22$\bar{4}$1) sont constants. J'ai observé parfois aussi de petites facettes triangulaires, $e^{1/2}$ (01$\bar{1}$1) et l'isoscéloèdre e_3(23$\bar{4}$3), réduit à de très petites facettes (fig. 19). Ces cristaux sont très irréguliers de forme, comme ceux du corindon de la Haute-Loire, auxquels ils ressemblent beaucoup. Les faces z en particulier sont très inégalement développées et passent parfois par des surfaces courbes au prisme d^1 (11$\bar{2}$0). La base est toujours très striée et souvent remplacée par un rhomboèdre très obtus non mesurable.

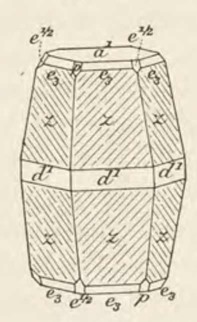


Fig. 19.
Hématite de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*) (Type VI).

Le second type est constitué par des cristaux aplatis suivant la base et présentant les combinaisons a^1 d^1, avec parfois de très petites facettes p (fig. 17) et e_3. Cette hématite n'est pas titanifère.

Les calcaires de Montloo font partie d'une série sédimentaire métamorphisée par l'ophite et dans laquelle on trouve en abondance le dipyre, l'albite, la magnétite, la leuchtenbergite, le quartz, la pyrite. Dans les échantillons que j'ai étudiés, ces minéraux n'existent pas en même temps que l'hématite.

Ariège. J'ai recueilli des fragments de gros cristaux d'hématite très éclatants dans les cornéennes et les calcaires à dipyre des environs de Lordat; ils sont aplatis suivant la base qui porte de nombreuses et fines stries triangulaires. Ils atteignent 9 centimètres de diamètre ; je n'ai pu isoler aucun cristal entier. Bien qu'il n'existe pas de roche éruptive au contact immédiat de ces roches métamorphiques, il n'est pas douteux que leur origine ne soit identique à celle des cristaux de Pouzac. Des pointements de lherzolite et d'ophite se trouvent d'ailleurs à proximité.

Alpes. — *Isère*. L'hématite spéculaire se rencontre dans les fentes du calcaire et du gypse de Champ, au voisinage de spilites (vallon de Combes).

Algérie. — *Constantine*. Le gypse de Saint-Arnaud renferme de fort jolis cristaux d'hématite qui offrent d'une façon presque constante la macle (avec pénétration) par rotation autour de l'axe ternaire.

Ces cristaux sont d'un noir de fer, ils mesurent de 4 à 5 millimètres et parfois moins; il est possible de les isoler du gypse en dissolvant celui-ci dans l'eau. Tous sont formés par le rhomboèdre a^1 $(10\bar{1}2)$ dont les faces sont courbes.

La macle est constituée parfois par deux individus seulement, mais le plus souvent, elle est polysynthétique et donne des assemblages réguliers dont les angles rentrants rappellent ceux des cristaux de phacolite. La base existe quelquefois dans ces macles, mais elle est toujours réduite à de très petites facettes.

3° *Dans les schistes cristallins.*

L'hématite se rencontre à l'état primaire dans les schistes cristallins et dans les roches sédimentaires métamorphiques : elle constitue parfois de véritables schistes à hématite plus ou moins quartzeux, semblables à ceux qui, au Brésil, ont reçu le nom d'*itabirites* (voir p. 265), mais le plus souvent, elle ne constitue qu'un produit formé aux dépens

de la magnétite qui prédomine ou existe seule loin des affleurements. Elle accompagne aussi la magnétite dans les lentilles de ce minéral, intercalées dans les schistes cristallins.

Voici quelques gisements caractéristiques de ce genre de gisement (Voir aussi p. 280. *Savoie*).

Corbières. — *Hérault*. La collection du Muséum possède de jolis échantillons d'un schiste à hématite micacée, véritable itabirite très plissée : ils proviennent de Courniou près Saint-Pons.

Maures. — *Var*. Il existe dans les environs de Collobrières, dans la chaîne du Mont Sauvette et aussi à environ 200 mètres au S.-O. du village, des gisements d'une véritable itabirite, alternant avec des lits de micaschiste. Ce gisement peu éloigné de ceux de magnétite n'est pas exploitable.

Algérie. — *Constantine*. Des gneiss riches en hématite passant à des itabirites se trouvent dans les environs de Philippeville (Estaya, Medjadja, Mesallas, Ouled-Nouar). L'hématite forme aussi des lentilles au milieu de ces gneiss.

L'hématite compacte ou micacée accompagne la magnétite dans les grands gisements d'Aïn-Mokra (Mokta-el-Hadid), et de ses environs (Tebeïga, Marouania, Bou-R'beya).

Madagascar. — Les cristaux et masses de magnétite si abondants dans les schistes cristallins de l'île sont souvent transformés en hématite (*martite*).

4° *Dans les filons et les gites de substitution.*

a) *Dans les gisements essentiellement métallifères.*

L'hématite sous forme cristallisée, lamellaire ou compacte (hématite rouge) se rencontre dans un grand nombre de filons ; dans les uns, elle est associée au quartz et contemporaine de la formation de ceux-ci. Dans beaucoup d'autres, elle est au contraire, nettement secondaire, résultant de l'altération superficielle de minéraux sulfurés, carbonatés ou de magnétite qui se trouvent à l'état intact en profondeur.

Des filonnets quartzeux renfermant de l'hématite généralement lamelleuse ou laminaire, sont en outre extrêmement fréquents dans les formations géologiques les plus variées, aussi ne citerai-je que ceux ayant un intérêt spécial (voir aussi page 376).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. L'hématite micacée se rencontre comme accident, mais en magnifiques échantillons, dans les filons de sidérite énumérés à l'article *sidérite* et particulièrement dans ceux de Baigorry.

Haute-Garonne. J'ai recueilli de beaux échantillons d'hématite micacée dans des filonnets quartzeux près d'Eup, au voisinage du cap de Mont.

Ariège. L'hématite se trouve dans les mêmes conditions dans les gites de limonite de Rancié ; dans des filons quartzeux, à Aleu.

A la Gaillarde, au Sud-Ouest de Labastide de Sérou, ainsi qu'à Montels, les calcaires et les grès dévoniens sont traversés par des filons imprégnés par une hématite rouge compacte ou terreuse, se concrétionnant parfois en masses mamelonnées à structure fibreuse. A Montels, elle contient des cristaux de barytine. Le minerai de ces gisements est souvent un peu hydraté (turgite) et provient probablement de la déshydratation de la limonite.

Pyrénées-Orientales. Les gites de fer du Canigou (notamment Fillols, Batère) (voir à *limonite*) renferment de l'hématite écailleuse.

De nombreux filons de quartz, riches en hématite lamellaire, traversent, au voisinage de Lesquerde, le granite et les calcaires secondaires qui le recouvrent.

Aude. D'assez jolis cristaux d'hématite (lames hexagonales entrecroisées) ont été trouvées dans la mine de galène de la Caunette.

Plateau Central. — *Tarn*. Les gites ferrifères de las Costes, à Alban le Fraysse, sont essentiellement constitués par de la limonite, mais renferment aussi de l'hématite sous forme de masses compactes, creusées de géodes que tapissent des agrégats mamelonnés à cassure polyédrique du même minéral. Ils sont d'un rouge presque noir à la surface, possèdent un éclat très vif, et donnent une poussière rouge, mais ils renferment 6,72 % d'eau ; ils sont à l'évidence le résultat de la déshydratation partielle de la limonite (turgite).

Berri. — *Cher*. Des filons quartzeux renfermant de l'hématite compacte se trouvent dans les micaschistes à Lacour, à la limite des communes de Vesdun et de Culan.

Vosges. — *Haute-Saône*. Des filons d'hématite à gangue quartzeuse, se trouvent dans les spilites de Saphoz en Faucogney, dans une roche porphyrique à Servance (hématite micacée, avec barytine, dolomite), à Saulnot (gangue de calcite, sidérite, dolomite, barytine, etc.).

[*Alsace*]. De tous les gisements d'hématite dont j'ai à m'occuper, Framont est un de ceux qui a fourni la plus grande quantité de cristaux intéressants. Les filons ferrugineux qui y ont été exploités paraissent être le résultat de l'altération superficielle de gites pyriteux.

Le minerai principal était constitué par de l'hématite rouge brique, plus ou moins terreuse (Grandfontaine), mélangée à de l'hématite grise, à éclat métallique et à structure plus ou moins finement grenue. Les cavités de ce minerai terreux étaient tapissées par de l'hématite rouge concrétionnée et fibreuse (Grandfontaine, Noire-Maison), ou bien par de la calcite, de la dolomite, associées aux cristaux qui vont être étudiés.

Les cristaux d'hématite de Framont ont été pour la première fois décrits par Romé de l'Isle (*op. cit.*, III. 198. 1783, qui y a reconnu les combinaisons : a^1 (0001), e_3 ($22\bar{4}3$), avec prédominance de l'une ou l'autre de ces formes ; a^1 e_3, avec p ($10\bar{1}1$) plus ou moins développé ; il considérait le minéral comme cubique. Haüy (*op. cit.*, 1801) fit voir que la symétrie est ternaire et figura la même combinaison a^1 e_3 (fer oligiste trapézoèdre) et a^1 e_3 p (fer oligiste uniternaire). Lévy (*Desc. coll. Heuland* pl. LXVI, fig. 8 et 13) a figuré deux nouvelles combinaisons p a^1 e_3 b^2 ($11\bar{2}3$) et p a^1 d^1 ($11\bar{2}0$) b^1 ($01\bar{1}2$), e_3.

Dans sa monographie de Framont, Carrière (*Ann. Soc. émul. Vosges.* Épinal 1849) signale, en plus des combinaisons indiquées par Romé de l'Isle et Haüy, les suivantes : a^1 e_3 d^1, avec ou sans p et plus rarement e_3, p, a^2 ($10\bar{1}4$), e_5 ($42\bar{6}5$). Enfin Dufrénoy (*Minér.* II. 1865. pl. LXIX, fig. 103) figure la combinaison d^1 a^1 e^2 ($10\bar{1}0$) e_3.

Plus récemment, M. Schweitzer (*Inaug. Dissertation Strassburg,* 1892) a fait une revision des anciennes observations : il a retrouvé toutes les formes précitées, à l'exception de e^2 et y a rencontré en outre $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$), π ($11\bar{2}6$), φ ($1.1.\bar{2}.10$), e_4 ($32\bar{5}4$) et un scalénoèdre auquel il donne la notation $\sigma = (d^{1/23}\ d^{1/83}\ b^{1/25})$ ($20.16\ \bar{36}.27$), mais dont l'angle mesuré avec p ($10\bar{1}1$) se rapproche autant de celui qui est exigé par le symbole $e_{10/3}$ ($7.6.\bar{13}.10$) qui est plus simple.

$$p\sigma = 157^\circ 21' \qquad pe_{10/3} = 156^\circ 20' \qquad \text{obs. } 156^\circ 52' 30''$$

Les figures données ici (fig. 20 à 28) sont empruntées au mémoire de M. Schweitzer.

J'ai pu examiner un assez grand nombre d'échantillons d'hématite

de Framont contenus dans la collection du Muséum (y compris les collections d'Haüy et de Romé de l'Isle) et dans celle de M. Kampmann.

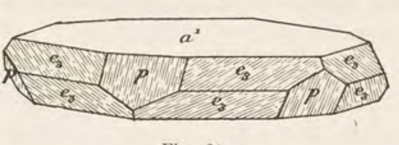
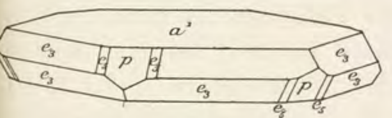


Fig. 20.
Hématite de Framont (Type V).

Le caractère commun à tous les cristaux d'hématite de ce gisement réside dans l'existence d'une large base, toujours associée à e_3 et presque toujours à p. Le faciès des cristaux est assez varié ; leur plus grande dimension dépasse rarement 6 millimètres. Le type le plus commun est celui qui est caractérisé par la prédominance de e_3 (type V) ; l'aplatissement suivant a^1 est plus ou moins considérable (fig. 20 à 22).



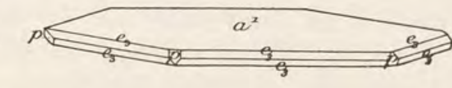


Fig. 21 et 22.
Hématite de Framont (Type V).

Les faces p et e_3 sont souvent striées comme dans la fig. 20, la base est rarement plane, d'ordinaire bombée comme dans les cristaux de l'île d'Elbe, oscillant avec a^2 $(10\bar{1}4)$ et $a^{1/2}$ $(10\bar{1}5)$; elle est quelquefois recouverte par de petits cristaux d'hématite lamellaire ; les formes $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, e_5 $(42\bar{6}5)$ se présentent quelquefois sous forme de petites facettes.

Les cristaux de ce type s'empilent souvent en grand nombre pour donner naissance (fig. 23) à des pseudoprismes hexagonaux, dont les faces latérales sont remplacées par des cannelures profondes formées par les angles e_3 e_3, alternativement saillants et rentrants :

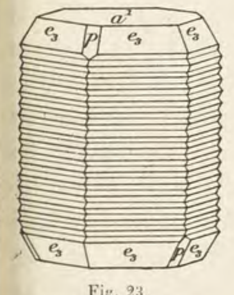


Fig. 23.
Hématite de Framont.

La figure 22 représente au contraire un cristal extrêmement aplati suivant la base.

On rencontre des cristaux établissant le passage du type V au type III qui ont la même forme que ceux de la fig. 20, mais dans lesquels p $(10\bar{1}1)$ l'emporte en développement sur e_3 qui est parfois réduit à de petites facettes triangulaires. Les faces de ces cristaux sont d'ordinaire très striées.

Les diverses formes qui viennent d'être énumérées constituent la plus grande partie des cristaux de Framont, on les trouve dans des

géodes tapissant l'hématite finement grenue, compacte ou terreuse ou implantés sur une brèche formée de quartz et d'hématite.

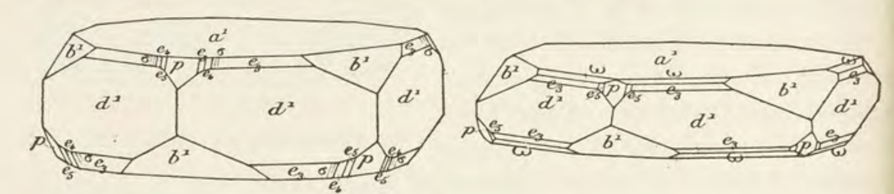


Fig. 24 et 25.
Hématite de Framont (Type VI).

Beaucoup plus rares sont les cristaux se rapportant au type VI, caractérisé par le grand développement du prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ (fig. 24 et 25), la présence de b^1 $(01\bar{1}2)$ et par l'existence de formes exceptionnelles ne constituant que de petites facettes, les scalénoèdres e_5 $(42\bar{6}5)$, e_4 $(32\bar{5}4)$ et $\sigma = e_{10/3}$ $(7.6.\bar{13}.10)$, l'isoscéloèdre[1] φ $(1.1.\bar{2}.10)$, le rhomboèdre a^2 $(10\bar{1}4)$. Les figures 26 et 27 montrent l'aspect des cristaux de ce type, quand b^1 $(01\bar{1}2)$ domine ; ce type spécial est à comparer au type III, mais avec remplacement de p par b^1.

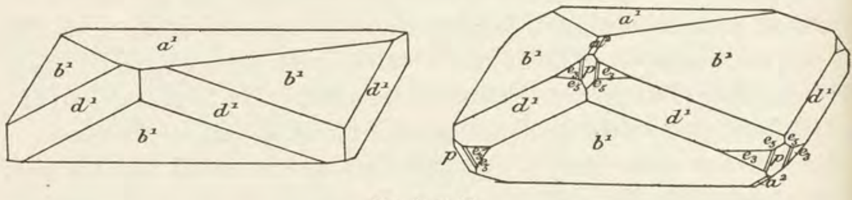


Fig. 26 et 27.
Hématite de Framont.

Enfin une dernière catégorie de cristaux à rapporter au type III est caractérisée par la prédominance du rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$; la base est très courbe et e_3 réduite à de très petites facettes (fig. 28). Ils présentent souvent des irisations superficielles dans les teintes bleues et rouges dont de magnifiques échantillons se rencontrent dans toutes les vieilles collections. Ils tapissent les cavités d'hématite grenue d'un gris d'acier. Ces cristaux deviennent parfois lenticulaires quand ils

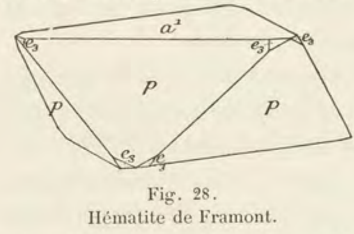


Fig. 28.
Hématite de Framont.

1. Dans la figure 25, ω doit être remplacé par la lettre φ.

sont très aplatis, ils se rencontrent alors exclusivement dans des géodes de dolomite d'un jaune rosé se trouvant au milieu de l'hématite compacte. Ils sont implantés sur les rhomboèdres de dolomite ou sont englobés par eux.

L'hématite a été aussi trouvée à Framont sous forme micacée, tantôt d'un gris noir à éclat métallique et tantôt rouge, parfois translucide (*rubinglimmer*) ; cette dernière variété constitue des masses caverneuses ou se trouve clairsemée en lames à aspect mordoré sur des cristaux de quartz (mine de Granfontaine).

La magnétite de Framont est quelquefois transformée en hématite (martite) ; les cristaux que j'ai examinés sont des octaèdres de 2 millimètres environ, ils sont englobés dans de la calcite. La collection du Muséum renferme un gros rhombododécaèdre b^1 (110) ayant environ 4 centimètres de plus grande dimension ; il est transformé en hématite rouge ; il est probable qu'il constitue une pseudomorphose de magnétite ou de grenat, bien que les dimensions de ce cristal dépassent tout ce qui, à ma connaissance, a été trouvé dans ce gisement en fait de cristaux de ces minéraux.

Je donnerai en terminant la liste des nombreux minéraux qui ont été trouvés dans le filon de Framont : magnétite, gœthite, limonite, manganite, pyrolusite, panabase, chalcopyrite, érubescite, chalcosite, stibine, blende, galène, cuivre natif, bismuth natif, calcite, aragonite, dolomite, sidérite, malachite, chessylite, aurichalcite, gypse, quartz, chrysocole, scheelite, fluorine, phénacite, grenat, épidote, augite, hornblende (voir à *anatase*).

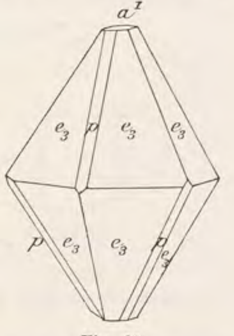


Fig. 29.
Hématite de Blattenberg (Type II).

J'ai trouvé dans la collection du Muséum des échantillons venant du Blattenberg près Sainte-Marie-aux-Mines ; l'un d'eux présente un petit groupement de cristaux d'hématite remarquablement brillants, à forme intéressante (type II). Ce sont des isoscéloèdres aigus e_3, généralement terminés par une petite base a^1 (0001), avec parfois des facettes p linéaires (fig. 29).

D'autres cristaux ressemblent beaucoup à ceux de Framont, type V, avec empilement de beaucoup d'individus suivant la base. Ils sont implantés sur un quartz rouge bréchiforme et associés à de la barytine.

Vosges. La collection du Muséum possède un échantillon qui faisait

partie de la collection de Romé de l'Isle et provient du Val d'Ajol (filon d'hématite du Défilé des Roches). Il est constitué par du quartz, que recouvrent des cristaux d'hématite du même type que ceux de Framont représentés par la figure 23. Ils sont en général implantés sur la gangue par une face parallèle à l'axe vertical et montrent ainsi nettement les angles rentrants caractéristiques de ces groupements.

Alpes. — *Savoie.* Le filon quartzocalcaire de Leschaux, près Salins, dont il a été question à l'article *rutile* (page 204), renferme des lames d'hématite, souvent courbes, atteignant un décimètre carré. Elles sont en grand nombre enveloppées par la calcite, plus rarement par la sidérite que recouvrent ou accompagnent de petites aiguilles de rutile.

Isère. L'hématite compacte laminaire ou micacée se rencontre en quantité plus ou moins grande dans la plupart des filons de sidérite de l'Isère, énumérés plus loin (région d'Allevard, d'Allemont notamment); dans quelques-uns d'entre eux (filon de Prémol, au-dessus de Vaulnavey), elle constitue même le minerai dominant du filon.

Hautes-Alpes. Des échantillons analogues, en très grandes lames micacées, ont été rencontrés dans le filon du pied du Col près de Villard d'Arène.

Algérie. — *Oran.* Le gite de la Grande Haoueria (R'ar-el-Baroudt) près Beni-Saf, non loin de l'embouchure de la Tafna, est constitué par une hématite rouge ou d'un noir bleuâtre provenant de la transformation de sidérite dont elle a fréquemment conservé la forme (belles géodes de rhomboèdres). Ce minerai très friable renferme 2 à 3°/° de manganèse et ne contient ni soufre ni phosphore. On rencontre dans l'hématite des blocs corrodés de calcaire qui sont souvent traversés par des veinules d'hématite micacée.

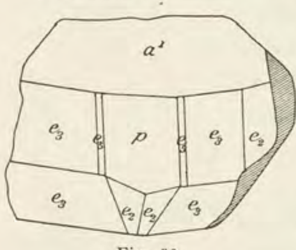


Fig. 30.
Hématite de Beni Saf.

C'est de ce même gisement que proviennent de beaux échantillons que m'a remis M. Gentil. Ils consistent en cristaux implantés sur de la sidérite avec hématite écailleuse, ils atteignent 1 centimètre de plus grande dimension; ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles.

Ces cristaux sont aplatis suivant une large base et présentent d'une façon constante les faces suivantes : a^1, p, e^1 $(02\bar{2}1)$, e_3, e_5, z $(22\bar{4}1)$,

avec parfois ω (8.8.$\bar{16}$.3). Il existe en outre, à l'intersection de e^1 et de e_3, un scalénoèdre qui n'a pu être précisé. De même, les arêtes d'intersection de p, de e^1 et de e_3 avec a^1 sont généralement courbes et donnent une série interrompue d'images parmi lesquelles aucune ne prédomine.

Ces cristaux offrent une grande analogie d'aspect avec ceux de Framont, représentés par les figures 24 et 25, mais b^1 (01$\bar{1}$2) est remplacé par e^1 et le prisme d^1 (11$\bar{2}$0), par les isoscéloèdres aigus dont il vient d'être question. La fig. 30 représente un petit cristal d'un autre type sur lequel le scalénoèdre e_2 (12$\bar{3}$2) est particulièrement développé.

Toutes les faces sont éclatantes et unies, à l'exception de celles des isoscéloèdres z et ω qui sont ternes et striées horizontalement, avec des séries d'angles saillants et rentrants, qui trahissent la structure lamellaire des cristaux ; ω est connu dans le corindon, mais n'avait pas encore été trouvé dans l'hématite.

Constantine. — J'ai examiné de beaux échantillons d'hématite et de limonite provenant d'un gîte situé dans des schistes (liguriens ?) à Filfila, à l'E. de Philippeville. L'hématite est compacte ou micacée et se présente aussi en cristaux enchevêtrés rappelant ceux du type commun à l'île d'Elbe (fig. 31), mais ils sont le plus souvent très aplatis et lenticulaires, par suite de la prédominance de a^2 (10$\bar{1}$4).

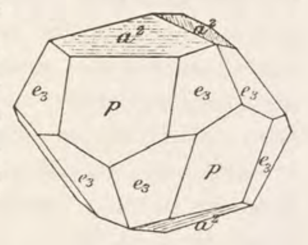


Fig. 31.
Hématite de Filfila (Type II).

Tunisie. — L'hématite compacte ou micacée forme des poches dans les gisements éocènes de Tabarka près de la frontière algérienne.

Sénégal. — La collection du Muséum renferme un échantillon d'hématite micacée à grandes lames, engagé dans du quartz filonien ; il est indiqué comme provenant du fort de Backel.

Tonkin. — Je dois à M. Dupouy une série d'échantillons d'hématite accompagnant la magnétite dans les mines de Bao-Nang à l'Est de Thaï-Nguyen, de Tay-Ha (province de Vinh-Yen), au N.-E. de Sontay.

Ce sont des hématites compactes ou rappelant celles de l'île d'Elbe et renfermant dans leurs cavités des géodes de rhomboèdres striés, très obtus et presque lamelleux.

b) Dans des filons quartzeux et des remplissages incomplets de fentes.

L'hématite se rencontre assez fréquemment comme élément accessoire dans des filons de quartz traversant les formations géologiques les plus diverses ; elle s'y présente soit en masses compactes rouges ou d'un noir de fer et alors finement grenues, soit en lames cristallines aplaties suivant la base ; je ne m'occuperai ici que de quelques gisements pour exemple.

L'hématite existe aussi dans les fentes imparfaitement remplies des schistes cristallins des Alpes. Ce gisement est analogue à celui qui sera étudié plus loin à l'article *ilménite*, il fournit de fort beaux cristaux.

Ardennes. — [*Belgique*]. Les filonnets quartzeux traversant les schistes siluriens de Salm-Chateau renferment des cristaux d'hématite très brillants, en lames aplaties suivant a^1 (0001), empilées, souvent courbes ; elles ont plusieurs centimètres de diamètre. Elles présentent généralement sur les faces a^1 les stries triangulaires habituelles. Je n'ai vu aucune face géométriquement déterminable dans les échantillons que j'ai étudiés, mais M. Groth a signalé (*Min. Samml. Strassburg*, 75. 1878) les formes p (10$\bar{1}$1), b^1 (02$\bar{2}$1) dominantes, e_3 (22$\bar{4}$3) et entre cette face et p de petites facettes e_5 (42$\bar{6}$5) très brillantes. Il existe en outre une autre pyramide de 2e ordre non mesurable et le prisme d^1 (11$\bar{2}$0).

Dans tous les échantillons de Salm Château, les macles polysynthétiques suivant p (10$\bar{1}$1) sont très abondantes.

Vosges. — *Belfort*. Un filonnet d'hématite écailleuse à gangue de quartz et de calcite a été trouvé lors de travaux effectués il y a quelques années sur le flanc Sud-Est de la montagne du Salbert près de Belfort.

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du Mont-Blanc*. L'adulaire qui tapisse les fentes de la protogine et des roches cristallines du massif du Mont-Blanc est parfois associé à de petits cristaux d'hématite à contours hexagonaux groupés comme l'eisenrose (fig. 1) ; je n'y ai pas trouvé de cristaux mesurables.

J'ai examiné de fort beaux échantillons d'hématite provenant de Pormenaz sans indication plus précise, ils tapissent les fentes per-

pendiculaires à la schistosité d'un schiste micacé et sont accompagnés de cristaux de quartz.

Ces cristaux sont très minces et aplatis suivant a^1 ; ils atteignent 1 centimètre de diamètre suivant la base et sont implantés perpendiculairement à leur gangue. Leur couleur noir de fer les distingue nettement de l'hématite gris d'acier de l'Oisans, la forme est également différente. Ces cristaux présentent tous la forme a^1, e_3, p avec parfois de très petites facettes e_5, b^1 et e^1. Leur type le plus habituel correspond à celui qui est représenté par la figure 22. Les macles par accolement suivant une face e^2 ne sont pas rares.

Isère. Les fentes des granulites et des schistes cristallins dans lesquels se rencontrent le quartz hyalin, l'anatase, la brookite, la crichtonite des environs de Saint-Christophe-en-Oisans, contiennent parfois des cristaux d'hématite remarquables par la netteté et l'éclat de leurs faces. J'ai étudié un assez grand nombre d'entre eux ; ceux que l'on rencontre dans les collections faites au commencement du siècle proviennent de la Combe de la Selle. Ils ne sont d'ordinaire accompagnés que de quartz, rarement d'albite ; il ne dépassent guère 1 centimètre de diamètre.

Ces cristaux d'hématite se distinguent bien par leur netteté, leur épaisseur et leur couleur gris d'acier bleuâtre des lames minces de crichtonite d'un noir foncé de la même région. Ils sont aplatis suivant a^1 (0001) et possèdent une forme régulièrement hexagonale ; la base est toujours accompagnée des faces e_3 ($22\bar{4}3$) et e^2 ($10\bar{1}0$) ; plus rarement j'ai observé p ($10\bar{1}1$), d^1 ($11\bar{2}0$) dont l'aspect terne et la surface raboteuse contrastent avec l'éclat des autres faces.

L'aspect de ces cristaux est celui de la figure 21, avec en outre de petites faces e^2.

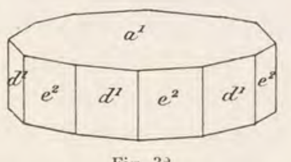


Fig. 32.
Hématite de la Combe de l'Oisans

Le scalénoèdre e_5 ($42\bar{6}5$), n'est pas très fréquent, mais quand il existe, il est souvent assez développé.

Lévy a cité (*Descr. coll. Heuland*, pl. LXVI, fig. 5) la combinaison $a^1\, e^2\, d^1$ représentée par la fig. 32, comme provenant de l'Isère et accompagnant l'épidote. Je ne l'ai pas observée moi-même.

M. de la Durandière m'a remis un échantillon de l'Oisans sans indication précise, constitué par un schiste granitisé, recouvert par des cristaux de quartz, d'hématite et d'épidote ; ces derniers sont parfois

implantés sur l'hématite. Celle-ci est extrêmement aplatie, rappelant par ses formes la crichtonite, mais ne renfermant pas de titane. Les faces p, e_3 ont seules pu être déterminées; des rhomboèdres et des isoscéloèdres très obtus ne donnent aucune mesure précise à cause de l'arrondissement de leurs faces. Ces cristaux sont maclés suivant e^2.

Des cristaux d'hématite du type *eisenrose* ont été récemment trouvés avec quartz hyalin dans un filon du massif des Grandes Rousses près de Clavans; ils m'ont été signalés par M. Denis.

Enfin, je noterai un échantillon d'*eisenrose* de la collection Haüy consistant en lames hexagonales empilées en éventail et supportant des cristaux d'axinite; il est indiqué comme provenant de l'Isère sans indication plus précise.

Hautes-Alpes. De petites rosettes d'hématite se rencontrent dans les fentes de la granulite dans le ravin de la Maison Neuve près du Plateau de Paris (vallée de la Romanche en aval de la Grave).

5° *Dans les formations sédimentaires.*

L'hématite constitue un minerai exploité dans un certain nombre de gisements français. Sa gangue y est fréquemment quartzeuse. Les principaux gisements qui vont être énumérés doivent être cités à cause de leur importance économique; ils n'ont pas d'intérêt minéralogique bien marqué.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Silurien.

Normandie. — Un important niveau ferrifère existe dans l'ordovicien, entre les grès armoricains et les schistes à *Calymene*. Le minerai des affleurements est généralement constitué par de la limonite, mais dans quelques gisements, il est formé par de l'hématite, de la magnétite ou de la sidérite. Dans beaucoup de cas, ce minerai est oolitique et résulte de l'altération de la bavalite.

M. Cayeux considère ces oolites comme le résultat d'épigénies d'oolites calcaires : leur centre serait souvent d'origine végétale. Cette théorie a été énoncée (*C.R.* CXXVII. 1100. 1898) par cet auteur, mais les arguments sur lesquels elle s'appuie n'ont pas été publiés (voir *limonite oolitique*).

Orne. La bavalite de la Ferrière-aux-Étangs est remarquablement

oolitique ; les oolites ont souvent un centre de calcite et de quartz (on trouve fréquemment de grandes oolites en renfermant de plus petites) ; elles sont cimentées par de la bavalite et de la calcite. Aux affleurements, la bavalite est entièrement altérée et transformée en hématite rouge. On trouve tous les passages entre le silicate intact et le produit de sa transformation complète.

Calvados. Le minerai oolitique de May-sur-Orne, se brisant en blocs polyédriques, a la même structure et la même origine que celui de la Ferrière.

Bretagne et Anjou. — *Morbihan*, *Loire-Inférieure*, *Maine-et-Loire.* Il existe deux niveaux de minerai de fer dans l'ordovicien de Bretagne. Le plus inférieur se trouve dans les grès armoricains, il est constitué par de l'hématite ou de la limonite. C'est à ce niveau qu'appartient le gisement de St. Gildas-des-Bois (*Loire-Inférieure*) que j'ai cité page 265 comme exemple de minerai métamorphisé par le granite.

On verra à l'étude de la magnétite que les gisements de ce minéral situés près de Segré (*Maine-et-Loire*) se transforment au voisinage de la surface en hématite, puis en limonite.

Le second niveau ferrifère se trouve dans les mêmes conditions que celui de Normandie, à Sainte-Brigitte près les Salles de Rohan (*Morbihan*) ; l'hématite y est également le produit de l'altération d'une bavalite riche en magnétite.

Ardennes. — *Ardennes et* [*Belgique*]. L'hématite colore en violet les schistes cambriens (devillo-revinien) de Fumay : elle est plus abondante encore dans les phyllades dites oligistifères du salmien, notamment à Viel-Salm (Belgique) où ces assises renferment des intercalations de coticule. Nulle part l'hématite n'est assez abondante pour constituer un minerai ; elle forme seulement des paillettes microscopiques.

Dévonien.

Ardennes. — *Ardennes et* [*Belgique*]. Le dévonien inférieur (gédinnien) renferme des phyllades oligistifères, dans lesquelles l'hématite en paillettes joue le même rôle que dans ceux du cambrien (Braux, par exemple).

Il existe à Couplevoie des couches d'hématite dans le dévonien moyen (eifélien).

Carbonifère et permien.

L'hématite colore en rouge beaucoup de grès et de conglomérats du permien, mais aucun d'entre eux ne renferme en France d'amas d'hématite méritant d'être signalés.

Plateau Central. — *Aveyron.* Les roches houillères de Lasalle près Cransac, spontanément embrasées, renferment de la sidérite lithoïde qui a subi une calcination naturelle et a été ainsi transformée en hématite rouge compacte.

Vosges. — *Haute-Saône.* Des rognons d'hématite compacte, renfermant des nids d'hématite spéculaire, ont été trouvés dans les mines de houille de Ronchamp et de Champagney (notamment à Mourière).

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Vosges. — *Haute-Saône.* Des sondages faits autrefois pour des recherches de houille près de Gouhenans ont ramené des marnes irisées des rognons d'hématite compacte à structure conchoïdale, prenant un beau poli.

Alpes. — *Savoie.* Des masses d'hématite écailleuse, véritables schistes à hématite, se rencontrent au dessus du lac Salé d'Arbonne, à Arbalétan en St. Pierre de Belleville, au milieu de schistes lustrés métamorphiques. Ces roches rappellent les itabirites du Brésil (Voir page 268).

Jurassique et crétacé.

La plus grande partie des gisements d'hématite des terrains jurassiques et en particulier ceux possédant la structure oolitique, sont le résultat d'une déshydratation superficielle des couches de limonite oolitique[1], aussi n'en donnerai-je pas d'exemple, renvoyant à l'article *limonite.* Notons du reste, que dans bien des cas ces oolites, malgré leur couleur rouge, renferment encore de l'eau et sont probablement formées par de la turgite, bien que l'abondance de la silice et de l'alumine ne permette pas de faire la démonstration de cette hypothèse.

1. C'est aussi le cas des pisolites ferrugineux accompagnant la bauxite et ceux de la latérite.

Infra-lias et lias.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le lias de Veuzac renferme un gisement de limonite, dans lequel se rencontrent des rognons d'hématite écailleuse et de magnétite ; ces minéraux épigénisent des fossiles.

Côte d'Or. La limonite exploitée autrefois à Beauregard, renfermait de nombreux fossiles (unios), transformés en hématite ; leur surface est lisse et régulière, mais leur cassure met en évidence la structure lamellaire et l'éclat métallique de l'hématite qui est miarolitique. De l'hématite lamellaire a été trouvée aussi dans ce gisement hettangien, ainsi que dans celui de Thoste.

Berri. —*Indre*. D'importantes couches d'hématite ont été autrefois exploitées dans les grès rhétiens aux environs de Chaillac et de Saint-Benoit du Sault ; les grès sont eux-mêmes colorés en rouge par l'hématite. Des cristaux de gœthite ont été trouvés près de Chaillac dans le même gisement.

Médiojurassique (bajocien et bathonien).

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. L'hématite a été exploitée dans plusieurs mines des environs de Privas (à Veyras notamment). Dans cette région, il existe deux couches distinctes, l'une de l'âge du calcaire à entroques (0^m, 40 d'épaisseur) et par suite de celui de la limonite oolitique du Jura ; l'autre qui lui est superposée dépend des marnes du bathonien. La couche inférieure possède une structure oolitique, elle passe à des roches très quartzeuses qui ne sont point des silicates de fer, comme cela a été dit souvent, mais des roches quartzeuses imprégnées d'hématite (minerai agatisé). Cette couche est beaucoup moins riche que la supérieure, à forme lenticulaire, qui a été observée sur $4{,}460^m \times 1{,}700^m$, avec 7^m 10 d'épaisseur au centre.

La masse du minerai est coupée par de nombreuses failles qui à son contact renferment de la pyrite.

Le minerai agatisé de Privas renferme çà et là des fragments d'anthracite.

Suprajurassique (callovien, oxfordien).

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. Le gisement de la Voulte, aujourd'hui inexploité est interstratifié dans le callovien ; il est célèbre

par les fossiles et notamment les ammonites (A. *macrocephalus*, *anceps*, *athleta*, etc.) ferrugineuses qu'il a fournis en grande abondance. Ses bancs ferrugineux sont séparés les uns des autres par des lits de marnes schisteuses.

A la base, on observe des bancs (2 m. environ) d'hématite oolitique, ils sont recouverts par des couches atteignant plus de 7 m. d'épaisseur et formées par de l'hématite feuilletée qui présente par places des lits agatisés, analogues à ceux de Privas. Enfin le toit du gisement est constitué par des couches peu épaisses de limonite compacte.

L'hématite de la Voulte est creusée de géodes que tapissent de petits rhomboèdres de sidérite : ceux-ci sont parfois recouverts par des cristaux remarquablement limpides de barytine, et généralement riches en faces.

Gard. Des gisements d'hématite agatisée se trouvent dans l'oxfordien (zone à *Ammonites cordatus*) à la Coste de Comeires et à Pierre Morte.

Infracrétacé.

Champagne. — *Haute-Marne.* La couche rouge de Wassy consistant en hématite impure est une formation marine de l'urgonien supérieur qui recouvre des limonites oolitiques de formation d'eau douce.

a) *Dans les assises tertiaires et quaternaires.*

L'hématite se produit par la réduction des minerais de fer pisolitiques aussi bien que par celle des minerais oolitiques (voir à *limonite*).

Bassin de Paris. — *Seine.* Je citerai en terminant les petits globules d'hématite qui, dans l'argile plastique sparnacienne des environs de Paris et particulièrement dans celle des environs d'Issy près de la porte de Versailles, se produisent par transformation de globules de sidérite. La fig. 33 représente une coupe mince faite dans un échantillon riche en globules de ce genre. Ceux-ci sont creux et peuvent être facilement isolés par lévigation : on trouve tous les intermédiaires entre eux et les globules exclusivement constitués par de petits cristaux de sidérite, et figurés plus loin à la description de cette espèce.

6° *Dans les opérations industrielles.*

Des enduits cristallisés d'hématite ont été observés par Boussingault (*C. R.* LXXXIII.1007.1876) dans les fentes d'un four de Ria (*Pyrénées-Orientales*) où se traitait la sidérite.

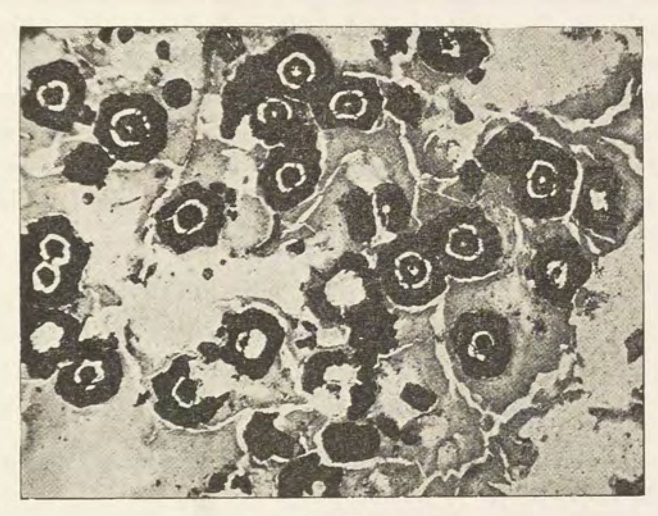


Fig. 33.
Hématite en globules creux provenant de l'épigénie de la sidérite ; dans l'argile plastique d'Issy près la porte de Versailles (Paris). (*Photographie, lumière naturelle, grossissement de 80 diamètres*).

Kuhlmann a constaté la formation de beaux cristaux d'hématite sur les parois d'un four dans lequel était chauffé en grand un mélange de craie et de chlorure de manganèse ferrugineux (régénération du manganèse et fabrication du chlorure de calcium). Ces cristaux étudiés par Des Cloizeaux (*C. R.* LII.1325.1861) ont la forme du type III et présentent la combinaison de a^1, p, d^1, e_3.

GROUPE DES FERS TITANÉS

Les fers titanés sont rhomboédriques, très voisins comme angles de l'hématite, mais ils sont parahémiédriques. Ils sont exclusivement constitués par des oxydes de fer et de titane, mais leur constitution chimique est fort complexe. La découverte du produit Ti^2O^3, isomorphe de Fe^2O^3 et de Al^2O^3 avait fait penser que ces minéraux pouvaient être rattachés au groupe de l'hématite. Des recherches récentes montrent qu'il existe incontestablement une famille constituée de la façon suivante :

Crichtonite[1]	$FeTiO^3$
**Picrocrichtonite*. .	$(Fe, Mg)TiO^3$
**Geikielite*.	$MgTiO^3$
**Pyrophanite*.	$MnTiO^3$

Ce groupe doit prendre place dans la systématique à la suite de la pérowskite $CaTiO^3$ (t. I, p. 538).

Il faut reconnaître toutefois qu'un petit nombre seulement des fers titanés correspond exactement à la composition de la crichtonite dans le sens que je lui donne ici. Le plus grand nombre d'entre eux, en effet, peuvent être représentés par la formule générale $m\,FeTiO^3$, $n\,Fe^2O^3$ dans laquelle les coefficients m et n peuvent varier entre des limites très étendues. Ces corps ne diffèrent pas comme forme de la crichtonite et sont comme elle parahémiédriques ; ce sont ceux auxquels je réserve le nom d'*ilménite*.

Pour compléter l'histoire des composés de fer et de titane, il y a lieu de rappeler les *hématites* un peu titanifères $(Fe,Ti)^2O^3$, dont il a été question plus haut et qui peuvent être regardées comme un mélange

1. Cet emploi du mot *crichtonite* se légitime par la composition chimique du minéral de l'Oisans auquel il a été donné et par l'antériorité de ce nom, créé en 1817 par de Bournon, alors que celui d'*ilménite* n'a été proposé qu'en 1827 par Kupffer (*Kerst. Arch. Min.* X. I.) pour désigner le minéral de l'Oural. La composition de ce dernier correspond du reste à la seconde formule, alors que la crichtonite de l'Oisans répond presque exactement à la composition théorique exigée par la formule $FeTiO^3$.

isomorphe de Fe^2O^3 et de Ti^2O^3, et enfin la *titanomagnétite* cubique $Fe\ (Fe,Ti)^2O^4$ qui sera décrite dans le groupe des spinellides dont elle fait partie.

Enfin je décrirai à la suite de ce groupe des fers titanés, la *pseudobrookite* dont la composition sera discutée plus loin.

CRICHTONITE ET ILMÉNITE

$FeTiO^3$ $\quad m\ FeTiO^3,\ n\ Fe^2O^3$

Rhomboédrique parahémiédrique.

$$pp = 85°21'.$$

$$[\,a : c = 1 : 1{,}38455\ \text{(Kokscharoff)}\,]$$ [1].

Formes observées. a^1 (0001); d^1 $(11\bar{2}0)$;

a^{10} $(30\bar{3}4)$, p $(10\bar{1}1)$, [e^4 $(50\bar{5}2)$?], $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $e^{2/7}$ $(03\bar{3}4)$, [$e^{1/4}$ $(05\bar{5}7)$?], $a^{1/6}$ $(0.5.\bar{5}.13)$, $a^{1/2}$ $(01\bar{1}5)$, $a^{7/10}$ $(01\bar{1}9)$, $a^{3/4}$ $(0.1.\bar{1}.11)$;

e_3 $(22\bar{4}3)$, $k = (d^{1/9}\ d^{1/2}\ b^{1/6})$ $(7.7.\bar{1}\bar{4}.6)$, $x = (d^{1/6}\ d^1\ b^{1/4})$ $(5.5.\bar{1}\bar{0}.3)$, $\tau = (d^{1/14}\ d^{1/5}\ b^{1/13})$ $(36\bar{9}2)$.

Les rhomboèdres $a^{3/4}$, $a^{7/10}$, $a^{1/2}$, trouvés par Des Cloizeaux dans la crichtonite, ont été considérés comme inverses du primitif par analogie avec des cristaux d'autres localités, mais l'absence d'autres formes dans les cristaux qui les présentent ne permet par d'affirmer qu'il en soit ainsi, et il est possible que ce soient les rhomboèdres directs correspondants $a^{13/10}$ $(1.0.\bar{1}.11)$, $a^{11/8}$ $(10\bar{1}9)$, $a^{7/4}$ $(10\bar{1}5)$.

Les formes a^{10}, $a^{1/6}$, $e^{7/2}$, $e^{4/5}$, τ et k ont été trouvées uniquement sur la mohsite dont il sera question plus loin.

Macles. 1° Macles suivant l'axe ternaire. Dans la mohsite, cette macle se produit par accolement suivant une face de la zone verticale, avec rotation de 30° : elle est polysynthétique, donnant les groupements compliqués avec angles rentrants (fig. 8).

2° Macles polysynthétiques suivant p $(10\bar{1}1)$, plus rares que dans l'hématite.

1. Des Cloizeaux a adopté pour point de départ de sa liste d'angles un rhomboèdre de 86° 0', en se basant sur d'anciennes mesures de Kokscharoff effectuées sur l'ilménite de l'Ilmen. Depuis lors, Kokscharoff a publié (*Materialen Russland* VI, 350. 1874) des mesures plus précises qui conduisent aux paramètres adoptés ici.

Les angles donnés ici ont été mesurés sur la crichtonite de l'Oisans par Lévy (L), par Des Cloizeaux (Dx.), et par moi-même (Lx′) ou sur la mohsite (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1 a^{10}$	129°49′	130°12′Lx	pp	85°31′	
$^*a^1 p$	122°1′30	122° Dx	$e^4 e^4$	65°22′	
$a^1 e^4$	104°3′		$e^{7/2} e^{7/2}$	64°3′	
$a^1 e^{7/2}$	101°47′	102°4′ Lx	$e^{3/2} e^{3/2}$	61°31′	61°29′ Lx
$a^1 e^2$	90°		$d^1 e^1$	158°30′30″	
$a^1 e^{3/2}$	97°8′	97°12′Lx′	$e^1 e^1$ s. p.	68°30′30″	
$a^1 e^1$	107°22′		pe^1	124°15′	
$a^1 e^{4/5}$	112°48′	113°10′ Lx	pe_3 adj.	153°55′	
$a^1 e^{2/7}$	129°49′	130°10′ Lx	$e_3 e_3$ s. p.	127°50′	
$a^1 e^{1/4}$	131°12′		$e^{4/5} e^{4/5}$	74°3′	
$a^1 a^{1/6}$	148°24′	148°40′ Lx	$e^{2/7} e^{2/7}$	96°26′	
$a^1 a^{1/2}$	162°16′		$e^{1/4} e^{1/4}$	98°40′	
$a^1 a^{7/10}$	169°56′	170°10′ à 35′ Dx	$a^{1/6} a^{1/6}$	125°42′	
$a^1 a^{3/4}$	171°44′	172°10′ Dx	$a^{1/2} a^{1/2}$	148°35′	148° env. Dx
$a^1 e_3$	118°27′		$a^{7/10} a^{7/10}$	162°35′	
$e_3 e_3$ s. d^1	123°6′		$a^{3/4} a^{3/4}$	165°42′	
$a^1 k$	106°54′ Lx		$e^{4/5} \tau$	157°8′	157°20′ Lx
$a^1 x$	102°13′30″		$e^{4/5} d^1$	143°3′	142°30′ env. Lx
$a^1 d^1$	90°		τd^1	165°55′	
$a^{10} a^{10}$ culm.	96°26′		$\tau\tau$ s. a^{10}	99°58′	

Faciès des cristaux. L'ilménite se rencontre presque toujours en cristaux basés, mais le développement des diverses faces est assez varié et conduit aux types suivants :

Type I. Ce type, réalisé dans l'ilménite de l'Ilmen, est caractérisé par une large base, les rhomboèdres p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ et l'hémiisoscéloèdre $1/2$ e_3 $[\pi(22\bar{4}3)]$; c'est dans ce type que l'hémiédrie est surtout accentuée grâce à la constance de la forme $1/2$ e_3 (fig. 1).

Type II. Dans ce type (*mohsite*), la base est accompagnée de rhomboèdres directs et inverses, les prismes et les hémiscalénoèdres ne jouent qu'un rôle secondaire (fig. 7). Ce type offre d'une façon constante des macles à 30° (fig. 8).

Type III. Ce type diffère des types I et II par l'aplatissement extrême suivant a^1 (0001), il est souvent riche en faces généralement courbes et difficilement déterminables (*crichtonite* lamellaire).

Type IV. Les cristaux de *crichtonite* de l'Oisans sont caractérisés

par la prédominance du rhomboèdre très aigu $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ quelquefois seul, mais le plus souvent accompagné d'une base peu développée (fig. 3 à 5).

Type V. Les cristaux de ce type sont caractérisés par le grand développement de la base et du prisme d^1 $(11\bar{2}0)$; dans la *washingtonite*, on observe en outre le rhomboèdre primitif. Ce type est à comparer au type VI de l'hématite (fig. 17).

Type VI. Il est possible que les cristaux d'*isérite*, considérés comme constituant des octaèdres réguliers, soient en réalité des rhomboèdres aigus d'angle voisin de l'octaèdre régulier, rhomboèdres accompagnés d'une base.

Quant aux cristaux titanifères octaédriques des gisements d'Auvergne, ils sont tous constitués par de la *titanomagnétite*.

L'ilménite se présente souvent en lames plus ou moins minces, appartenant par suite au type III, mais dans lequel les faces de bordure sont indéterminables ou absentes ; ces lames sont parfois assez minces pour présenter un aspect micacé.

Le même minéral se trouve aussi en masses plus ou moins compactes, en grains ou en sable provenant de la désagrégation des roches qui le contiennent.

Clivages. Clivage ou plans de séparation suivant a^1 (0001) (crichtonite). Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 4,5 à 5. 4,727 (crichtonite, Oisans).

Coloration et éclat. D'un noir de fer, souvent un peu violacé (crichtonite). Éclat plus ou moins métallique suivant les variétés. Poussière noire à rouge brun. D'ordinaire opaque, parfois translucide et brune en lames extrêmement minces.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. L'ilménite se groupe souvent avec la magnétite suivant le même mode que l'hématite, les lames a^1 (0001) d'ilménite étant distribuées dans le cristal de magnétite parallèlement à une face a^1 (111) de celui-ci, de telle sorte que les deux minéraux ont un axe ternaire commun (voir à *magnétite*). Ces groupements ne sont généralement pas macroscopiquement visibles, mais en traitant par l'acide chlorhydrique une préparation mince de l'assemblage, il est possible de dissoudre d'abord la magnétite et de mettre en évidence les lames translucides de l'ilménite. Il est fort probable que beaucoup de magnétites titanifères doivent leur teneur en titane

à de semblables groupements d'ordre physique et sont par suite différents de la titanomagnétite. Quand les individus constituant le groupement ne sont pas trop petits, il est possible à l'aide d'un aimant d'effectuer une séparation mécanique satisfaisante.

Les inclusions brunes translucides et les inclusions opaques qui constituent la schillerisation des plagioclases, de l'hypersthène et du diallage sont probablement constituées par de l'ilménite. On a vu à l'étude de ces divers minéraux que ces inclusions sont géométriquement orientées sur leur hôte.

Propriétés électriques. Non magnétique à l'état pur.

Composition chimique. La formule $FeTiO^3$ correspond à la composition *a*). Une petite quantité de fer peut être remplacée par du manganèse (*Ardennes*) ou du magnésium.

Les principaux noms de variétés ont été donnés d'après les différences de teneur en titane ou dans l'hypothèse indiquée plus haut d'après la valeur de *m* et de *n* dans la formule $m\ FeTiO^3,\ n\ Fe^2O^3$. La *kibdelophane* contient environ 30 °/₀ de TiO^2, l'*ilménite* de 30 à 26 °/₀, la *ménaccanite* environ 25, la *washingtonite* et l'*hystatite* de 20 à 15, l'*uddevallite* environ 10.

J'ai rangé dans les hématites les minéraux renfermant moins de 10 °/₀ de titane.

Analyses *b*) de la crichtonite de l'Oisans par Marignac (*A. C. P.* XIV. 50. 1845).

c) de l'ilménite épigénisant le rutile des environs de Vannes par von Lasaulx (*Z. K.* VII. 1883).[1]

	a)	*b*)	*c*)
TiO^2	52,7	52,27	55,38
FeO	47,3	46,53	36,31
Fe^2O^3		1,20	8,25
	100,0	100,00	99,94
Densité.......		4,727	4,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, au feu réducteur, s'arrondit sur les angles si l'esquille étudiée est mince. Avec le borax et le sel de phosphore, donne au feu oxydant les réactions du fer; avec le sel de phosphore, au feu réducteur, donne une perle rouge brun qui devient rouge violet par addition d'étain.

1. Il ne faut pas perdre de vue que l'examen microscopique de beaucoup d'ilménites y montre l'existence d'aiguilles de rutile.

Les fers titanés se dissolvent lentement dans l'acide chlorhydrique ; la solution *concentrée*, portée à l'ébullition avec du zinc ou de l'étain, prend une couleur bleue ou violette.

Le procédé le plus commode et le plus rapide pour mettre en évidence le titane, consiste à utiliser les réactions colorées des alcaloïdes et des phénols. Le minéral est attaqué par l'acide chlorhydrique ou l'acide fluorhydrique ; une goutte de la liqueur ainsi obtenue colore en rouge cramoisi la solution sulfurique (acide sulfurique concentré) de morphine, en grenat celle de thymol, en rouge brique celle de phénol ou d'acide gallique, en brun rouge celle de pyrocathéchine.

Altérations. Transformation en sphène. — Dans les roches, les fers titanés se transforment souvent en sphène (*leucoxène*) parfois accompagné de rutile (voir Tome II, p. 253, fig. 23) ; inversement, l'ilménite épigénise souvent le rutile.

Transformation en anatase. — J'ai décrit page 189 (fig. 14), les pseumorphoses d'ilménite en anatase, elles sont beaucoup plus rares que les précédentes.

Transformation en carbonates. — L'ilménite présente parfois, notamment dans les phyllites, des transformations en carbonates rhomboédriques parmi lesquels domine la sidérite : ces carbonates contiennent fréquemment des inclusions de rutile.

Diagnostic. Cristallisée, l'ilménite ne peut guère être confondue qu'avec l'hématite ; elle s'en distingue en tous cas par la couleur de sa poussière et ses réactions chimiques dues à la présence du titane.

Quand l'ilménite est dépourvue de formes géométriques, elle présente le même aspect que la magnétite, elle ne s'en différencie guère que par son absence de magnétisme et par ses réactions chimiques.

L'absence de magnétisme est le seul caractère distinctif de l'ilménite et de la titanomagnétite : celle-ci a cependant un éclat plus métallique, alors que celui de l'ilménite est plus résineux.

Il est facile de distinguer l'ilménite des spinelles noirs, qui l'accompagnent dans les tufs basaltiques du Velay, par la plus grande dureté et la résistance complète des spinelles à l'action des acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ilménite est un minéral abondant comme élément des roches, il ne se rencontre que dans un petit nombre de gisements en échantillons offrant quelque intérêt minéralogique. On le trouve :

1° Dans les roches éruptives.
2° Dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques.
3° Dans des filons ou des remplissages incomplets de fentes.
4° Dans les sables.

1° *Dans les roches éruptives.*

L'ilménite peut se rencontrer comme élément constitutif de presque toutes les roches éruptives, cristallines ou métamorphiques ; elle y accompagne l'hématite, la magnétite et y joue le même rôle que ces minéraux. Elle se rencontre rarement en cristaux isolables, elle forme le plus souvent des lames, des grains, des masses plus ou moins considérables.

Elle est en moyenne peu abondante dans les roches les plus acides (granites, syénites), mais celles-ci en renferment parfois de beaux cristaux : elle est au contraire très fréquente dans les diorites, les gabbros, les diabases, certaines andésites et surtout les basaltes et les roches basiques à néphéline et leucite.

Dans les roches microlitiques, elle se trouve en phénocristaux anciens, englobés dans tous les éléments silicatés et en microlites, fréquemment associés d'une façon intime à la magnétite. Elle constitue aussi des lames hexagonales très aplaties suivant la base, souvent assez minces pour être transparentes (ilménite micacée).

L'ilménite est facile à reconnaître dans les roches, grâce à sa fréquente altération en leucoxène, mais il ne faut pas oublier que celui-ci se rencontre aussi autour de la titanomagnétite.

Je ne m'occuperai dans les lignes qui suivent que de quelques gisements particulièrement riches en ilménite macroscopique.

a) *Dans le granite et dans ses produits d'émanation.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli près du petit lac de Laurenti (massif du Quérigut) un fort bel échantillon d'ilménite dans une fente des schistes basiques métamorphisés par le granite et non loin de celui-ci. Le remplissage de cette fente est constitué par du quartz creusé de cavités, que recouvrent de longs cristaux de tourmaline noire et des lames d'ilménite atteignant 2 cm. de diamètre. Elles portent l'empreinte des cristaux de tourmaline qui étaient couchés sur elles.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La collection du Muséum possède des échantillons de granulite en partie fondue, provenant des scories basaltiques du Croustet près le Puy et renfermant des fragments de cristaux d'ilménite ayant 2 cm. de plus grande dimension. On peut distinguer que ces cristaux sont aplatis suivant la base et appartiennent au type 1 (fig. 1) de ceux de l'Ilmen, les formes p $(10\bar{1}1)$ et e_3 $(22\bar{4}3)$ sont surtout distinctes. Cette observation est intéressante en ce qu'elle montre que les fragments d'ilménite recueillis dans les tufs basaltiques du Velay n'ont pas tous une même origine volcanique (voir plus loin).

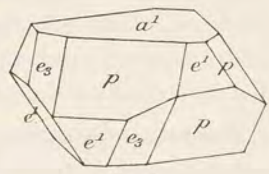


Fig. 1.
Ilménite (forme commune) (Type I).

La même collection contient un fragment de la grosseur du poing, provenant des tufs basaltiques de Sainte-Anne près le Puy, consistant en ilménite à cassure vitreuse et à éclat de poix, englobant un peu de quartz et de feldspath altéré.

Puy-de-Dôme. De gros grains d'ilménite se rencontrent assez abondamment dans des enclaves énallogènes du basalte de Montaudou. Ce sont des granulites très pauvres en quartz, très feldspathiques, renfermant quelques beaux cristaux de zircon.

Maures. — *Var*. De l'ilménite en grandes lames contournées se rencontre dans les granulites à muscovite, traversant les micaschistes à minéraux de l'île du Levant.

b) *Dans les gabbros.*

C'est l'ilménite qui constitue probablement les inclusions brunes de l'hypersthène et du diallage des gabbros, la schillérisation de leurs feldspaths.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Comme exemple d'ilménite contenue dans les gabbros, je ne saurais citer un meilleur exemple que celui du massif du Pallet. On y trouve, particulièrement dans les variétés à grands éléments, des nodules d'ilménite atteignant plusieurs centimètres de diamètre ; ils n'ont pas de formes géométriques.

c) *Dans les roches volcaniques.*

α) Dans les basaltes.

L'ilménite se trouve dans les roches basaltiques sous deux formes macroscopiques. 1° en nodules, à cassure vitreuse très éclatante

ayant parfois plusieurs centimètres de diamètre ; ils sont surtout abondants en fragments épars dans les tufs basaltiques et sont quelquefois englobés par la roche massive ; ils paraissent résulter de cristallisations profondes effectuées dans le magma basaltique. 2° en lames très minces, aplaties suivant la base, elles sont particulièrement abondantes dans les variétés doléritiques des basaltes à grands éléments.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* L'ilménite en gros grains non magnétiques se rencontre associée à des octaèdres nets et à des grains de titanomagnétite (magnétique), dans les scories basaltiques du Velay et notamment de Croustet, Taulhac, Vialette, Bilhac, Mons, Sainzelle, mais elle y est incomparablement moins abondante que la titanomagnétite : dans les échantillons que j'ai examinés, plus de 90 % des grains sont constitués par ce dernier minéral. Dans ces localités, l'ilménite vient en partie du magma basaltique lui-même, on la trouve en effet parfois englobée dans des cristaux d'augite et de hornblende, mais on a vu plus haut qu'elle fait aussi partie d'enclaves de granulite et cette origine n'est pas à négliger quand on pense à l'abondance des cristaux de zircon et de corindon qu'elle accompagne sous forme de gros nodules dans les basaltes de nombreuses localités.

Puy-de-Dôme. L'ilménite a été signalée dans les basaltes du Puy-de-Dôme en rognons atteignant la grosseur d'une noix (Montaudou, Solignat, etc.) ; ils sont parfois recouverts de cristaux de christianite (Prudelles) : tous les échantillons que j'ai personnellement examinés sont très magnétiques et doivent être rapportés à la titanomagnétite.

L'ilménite abonde en grands cristaux dans les néphélinites doléritiques du Puy de Sandoux (Barneire).

Cantal. Le plus remarquable gisement de basalte doléritique d'Auvergne est celui de Bouzentès près Saint-Flour ; il renferme des parties très cristallines, très miarolitiques dans lesquelles l'ilménite est visible à l'œil nu ; elle se trouve même en lamelles de quelques millimètres dans des géodes où elle est intimement associée à des cristaux de labrador, d'augite et d'olivine. Ces lamelles en nombre plus ou moins grand sont souvent embrochées par ces divers minéraux.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* La labradorite doléritique de Beaulieu (1 km. 5 à l'Est du château) renferme, comme élément très abondant, l'ilménite en lames de plusieurs millimètres : elles s'isolent dans les cavités et tranchent par leur couleur noire sur le fond blanc de l'andésine et du labrador qui constituent la plus grande partie de la roche.

2° *Dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques.*

L'ilménite n'est pas moins fréquente dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques que dans les roches éruptives ; de même que dans celles-ci, elle se rencontre associée à la magnétite ou à l'hématite, surtout dans les types pétrograhiques basiques (gneiss amphiboliques et pyroxéniques, amphibolites, etc).

Bretagne. — *Morbihan.* De nombreux gisements d'ilménite ont été découverts par M. de Limur (*op. cit.*, 26) dans la baie du Morbihan, aux environs immédiats de Vannes (Anses de Conleau, de Salins, de Séné) ; je m'en suis occupé déjà longuement à l'occasion du rutile (p. 198). Il est certain que dans ces gisements, l'ilménite résulte toujours de la transformation du rutile. Elle forme au milieu des gneiss, de petites masses arrondies, d'un noir de fer, ayant un aspect comme fondu.

Quand il existe à l'état distinct une forme géométrique, elle est toujours à rapporter à celle du rutile qui se voit souvent à l'état intact sur la section fraîche des cristaux. J'ai en effet examiné plusieurs centaines de ces échantillons dont les dimensions varient depuis quelques millimètres jusqu'à près de 3 centimètres, sans trouver aucune forme que l'on puisse rapporter à l'ilménite ; par contre les clivages du rutile persistent parfois, alors que la transformation paraît complète. Les analyses données page 195 font voir que l'on rencontre toutes les étapes de la transformation entre le rutile et l'ilménite pure ; il est facile de les suivre au microscope (fig. 4, p. 198) : l'ilménite se transforme elle-même en anatase (p. 189, fig. 14).

Loire-Inférieure. L'ilménite en grains noirs de fer existe dans les amphibolites de Maisdon en assez grande abondance pour qu'on en ait autrefois tenté l'exploitation comme minerai de fer. L'analyse qu'en a donnée Berthier (*A. M.* XIII. 214. 1826) se rapporte au minerai brut et ne peut servir à établir la composition du minéral pur.

Plateau Central. — *Rhône.* Des nodules d'ilménite se trouvent dans les gneiss amphiboliques du pigeonnier de Francheville près Lyon.

Ardennes. — [*Belgique*]. L'ilménite joue le rôle d'élément essentiel dans les curieuses phyllades réviniennes des Forges de la Commune et des environs de Lairfour (ravin de la Pilette, décrites par Renard

(*Bull. Ac. Belg.*, III. 88. 1884) ; elle constitue des paillettes arrondies noires, miroitantes, extrêmement minces se détachant sur le fond gris bleuâtre du schiste. Elles renferment en grande quantité des inclusions régulièrement orientées de rutile ; les analyses ont montré que cette ilménite est manganésifère.

3° *Dans des filons quartzeux ou dans des remplissages incomplets de fentes.*

L'un des gisements qui fournit l'ilménite en plus beaux cristaux est analogue à celui qui a été signalé page 276 dans l'étude de l'hématite. L'ilménite s'y rencontre associée aux mêmes minéraux : quartz, albite, adulaire, plus rarement anatase, brookite. On la trouve aussi sous forme lamellaire dans quelques filons de quartz.

Bretagne. — *Finistère*. Des filonnets quartzeux traversant les schistes précambriens de Loquirec renferment des lames d'ilménite sur lesquelles sont parfois implantés des cristaux de rutile régulièrement orientés comme dans la figure 3 de la page 193.

Morbihan. L'île de Groix est riche en ilménite qui y a été signalée pour la première fois par M. de Limur (*op. cit.*, 24) sous le nom de *crichtonite*; c'est à ce savant que je dois les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

L'ilménite se trouve dans les filonnets d'albite qui traversent les micaschistes de l'île; elle est surtout abondante sur la côte Est du ravin allant de Locmaria à la mer, alors que sur le versant Ouest se trouvent les gisements de rutile dont il a été question page 199. Elle constitue des lames atteignant souvent plusieurs centimètres carrés ; elles sont parfois très minces, mais peuvent atteindre 1 cm. d'épaisseur. Souvent empilées, quelquefois séparées les unes des autres par une mince couche d'albite ou de quartz, ces lames ont le plus généralement une surface gondolée ; très rarement, elles ont des contours géométriquement hexagonaux (type V).

Le minéral est éclatant sur la base ; d'un noir un peu bleuâtre, se rapprochant de la couleur de l'hématite titanifère. Sa poussière est noire. Il est englobé soit dans l'albite, soit dans le quartz ; plus rarement, on le trouve dans les micaschistes ou les schistes amphiboliques au voisinage de filonnets d'albite. Ce gisement rappelle d'une façon frappante celui que j'ai trouvé et décrit il y a quelques années à l'île de Polycandros dans l'Archipel.

Loire-Inférieure. L'ilménite lamellaire abonde dans les filonnets quartzeux traversant les micaschistes et les schistes micacés de la *Loire-Inférieure*, à Haut-Bois en les Touches, aux environs de Nantes (Petit-Port, Pont-du-Cens, Oudon, Mauves), à Pornic et sur la côte de Sainte-Marie, etc. C'est la destruction de ces filons qui fournit une partie de l'ilménite des sables des côtes de la Loire-Inférieure.

Alpes. — *Savoie.* La crichtonite en petites lames noires accompagne l'anatase dans un échantillon de la collection d'Haüy, indiqué comme provenant de Notre-Dame de Briançon près Moutiers en Tarentaise.

Isère. De Bournon a découvert en 1788, parmi les échantillons d'anatase de l'Oisans un minéral en rhomboèdres aigus ou en lames très aplaties suivant la base qu'il a désigné sous le nom de *crichtonite* [1] (*Catalog. de la collection part. du Roi*, Paris. 1817. 430); dans l'atlas qui accompagne son livre, de Bournon donne plusieurs figures représentant les combinaisons observées par lui. Elles sont essentiellement caractérisées par la prédominance du rhomboèdre $e^{3/2}$ (05$\bar{5}$1), accompagné ou non de la base. La fig. 2 représente d'après cet auteur et d'après Lévy, une combinaison dans laquelle se trouve e^4 (50$\bar{5}$2) : enfin, d'après de Bournon, il existerait en outre un rhomboèdre inverse, faisant avec la base un angle d'environ 130° (voir plus loin), un rhomboèdre direct [2] faisant avec la base un angle d'environ 126° et deux scalénoèdres dont il figure les petites facettes sur l'arête rhomboédrique tronquée par e^4 : les faces de l'un feraient environ 120° et les faces de l'autre 126° avec une face $e^{3/2}$ adjacente.



Fig. 2. Crichtonite de l'Oisans (d'après Lévy).

1. De Bournon avait adopté le nom de *craitonite*, traduisant, dit-il, en français le nom du Dr Crichton auquel il dédiait l'espèce nouvelle : le minéral, ajoute-t-il, s'écrirait en anglais *crichtonite*. C'est cette dernière orthographe qui d'après les règles habituelles de la nomenclature doit être adoptée.

Des essais qualitatifs avaient fait supposer alors que le minéral renfermait de la zircone, du fer, du manganèse et de la silice. Cordier a publié (*A. M.* III. 449. 1818) un mémoire dans lequel il s'efforce d'établir l'identité de la crichtonite et de l'helvine qui venait d'être décrite et qu'il considérait, non comme tétraédrique, mais comme rhomboédrique. Cette erreur a été relevée par Beudant (*Bull. soc. philom.* 1819. 55) dans le compte rendu d'une note de Berzélius, établissant que la crichtonite est un titanate de fer.

2. Ce rhomboèdre que je n'ai pas observé serait a^{19} (60$\bar{6}$7) ; a^1 a^{19} (calc.) = 126°7'.

Miller a donné (*Phillips Miner.*, 1852, p. 239, fig. 261), la projection sur la base d'un cristal montrant la combinaison $e^{3/2}$, e_3, a^1, $1/2\, x$ [π (5.5.$\bar{1}\bar{0}$.3)] et d^1 (11$\bar{2}$0).

Je n'ai eu à ma disposition qu'un très petit nombre de ces cristaux de crichtonite qui sont rares : les uns sont implantés seuls sur un fragment d'aplite à grains fins (collection Haüy), les autres reposent sur des cristaux de quartz chlorités ou sont englobés par eux. Ils présentent tous le rhomboèdre dominant $e^{3/2}$ et la base plus ou moins développée (fig. 3 et 5), mais là cesse l'accord avec les observations des précédents auteurs : je n'ai point trouvé e^4, mais trois hémiscalénoèdres situés comme ce rhomboèdre sur l'arête culminante de $e^{3/2}$; ils ne donnent que de très mauvaises mesures à cause de l'inégalité de leurs faces et surtout de celles de a^1 et $e^{3/2}$, aussi n'ai-je pu préciser leurs symboles.

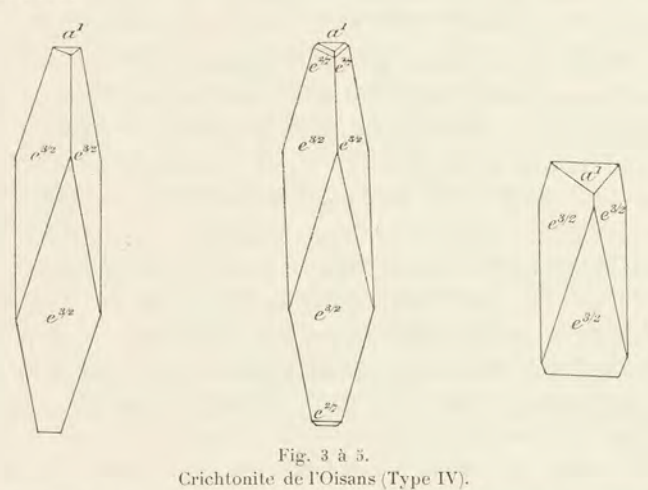


Fig. 3 à 5.
Crichtonite de l'Oisans (Type IV).

Sur un cristal, j'ai observé un rhomboèdre inverse constituant une fine bordure entre a^1 et $e^{3/2}$: son angle avec a^1 est d'environ 130°10′, il correspond donc à $e^{2/7}$ (03$\bar{3}$4), inverse de a^{10} (30$\bar{3}$4) l'un des rhomboèdres dominant de la mohsite (fig. 4). C'est très vraisemblablement ce rhomboèdre qu'a figuré de Bournon, et non $e^{1/4}$, comme l'a interprété des Cloizeaux ; en effet $a^1\, e^{1/4} = 131°36′$.

Les gisements d'anatase de l'Oisans renferment encore une autre forme de crichtonite déjà indiquée par de Bournon ; elle se présente sous forme de lames minces, aplaties suivant la base (type III). C'est cette variété que Marignac a analysée (analyse *b*). Des Cloizeaux y

a signalé les combinaisons a^1 (0001), p (10$\bar{1}$1), $a^{1/2}$ (01$\bar{1}$5); a^1 $a^{3/4}$ (0.1.$\bar{1}$.11), $a^{7/10}$ (01$\bar{1}$9). De Bournon a figuré a^1 $e^{3/2}$.

Cette variété lamellaire de crichtonite, à l'inverse de la précédente, est très abondante, c'est celle qui existe dans toutes les collections. Elle se rencontre surtout dans les gisements d'anatase situés au Sud de la Romanche et particulièrement aux environs de Saint-Christophe. Ses lames sont empilées sans ordre ou en rosettes ; il est rare de pouvoir déterminer les formes qui constituent leur bordure ; toutes leurs faces sont généralement courbes.

La crichtonite lamellaire est d'ordinaire implantée avec quartz, albite, anatase, elle est très fréquemment associée à la ripidolite.

La collection du Muséum possède un très curieux échantillon recueilli en 1827 aux environs du Bourg d'Oisans et probablement au Rocher d'Armentières, il consiste en un cristal de calcite offrant les formes p (10$\bar{1}$1), a^1 (0001) et mesurant environ 10 cm. suivant un axe binaire. Cette calcite est ferrugineuse, brunâtre sur les trois faces inférieures produites par clivage, ses autres faces sont recouvertes de ripidolite d'un vert foncé. Cet échantillon supporte de petits cristaux de brookite, d'anatase et enfin de crichtonite dont le principal cristal mesure environ 2 cm. Les faces latérales sont difficiles à déterminer, le cristal étant accolé à sa gangue par une face a^1 (0001); celle-ci est remarquable par ses nombreuses et profondes figures de corrosion.

Hautes-Alpes. Lévy a décrit (*Phil. Magaz.*, I. 221. 1827) sous le nom de *mohsite* un minéral se présentant en cristaux noirs, implantés sur du quartz hyalin légèrement chlorité, et provenant *probablement* du Dauphiné. Lévy l'a considéré comme voisin de l'ilménite, mais comme constituant une espèce distincte ; il a cependant fait remarquer que le minéral pourrait être identique à la crichtonite dont le rhomboèdre dominant ($e^{3/2}$) rapporté à celui de la mohsite prend le symbole simple $e^{4/5}$. Miller, puis Des Cloizeaux ont montré que si l'on donne au rhomboèdre primitif choisi par Lévy pour la mohsite le symbole $e^{4/5}$, connu dans l'hématite, on obtient 85°17′ pour valeur de *pp* et que par suite il est probable que le mohsite n'est qu'une variété d'ilménite. Cette opinion est rendue plus vraisemblable encore quand on admet, comme je l'ai fait plus haut, 85°31′ et non 86° pour la valeur du rhomboèdre primitif de l'ilménite.

1. Lévy fait remarquer en outre la très grande analogie des formes et des valeurs angulaires que présentent la mohsite et l'eudialyte.

La fig. 6 représente, d'après Lévy, la forme des cristaux de mohsite : les faces portent les notations adoptées par ce savant (notations entre crochets) $[a^1] = a^1$ (0001), $[p] = e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $[b^1] = a^{10}$ $(30\bar{3}4)$, $[e^1] = e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $[d^1] = d^1$ $(11\bar{2}0)$, $\tau = [d^2] = \tau$ $(36\bar{9}2)$. Les cristaux sont généralement constitués par des macles par rotation autour de l'axe ternaire.

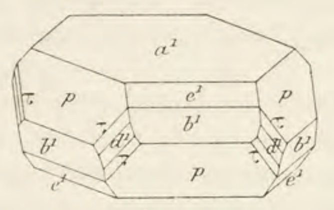


Fig. 6.
Mohsite, d'après Lévy (Type II) considérée comme minéral distinct.

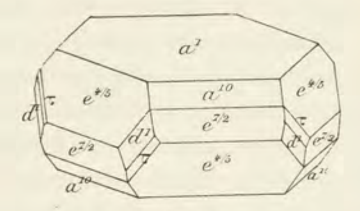


Fig. 7.
Mohsite de la Plate Muratouse (orientation de l'ilménite).

Depuis la publication du mémoire de Lévy, la mohsite n'avait plus été retrouvée et à ma connaissance, il n'en existe dans aucune collection. Je viens de rencontrer des cristaux tout à fait identiques à ceux décrits par Lévy ; ils accompagnent l'anatase, la brookite, le quartz et l'albite dans les fentes d'une aplite sur les bords du torrent de la Plate Muratouse (rive gauche de la Romanche) non loin de La Grave. Le quartz est souvent un peu chlorité et associé à des scalénoèdres d^2 de calcite.

Fig. 8.
Macle de la Mohsite de la Plate Muratouse (Projection sur la base).

Ces cristaux de mohsite ayant de 4 à 5 millimètres de diamètre sont implantés sur leur gangue par une face plus ou moins perpendiculaire à la base ; aussi est-il facile de constater que tous, sans exception, offrent la macle par rotation de 30° autour de l'axe ternaire (fig. 8). La base est d'ordinaire ondulée ; d^1 porte des stries parallèles aux arêtes d^1 τ. Les cristaux que j'ai examinés ne sont pas holoèdres comme l'indique la figure de Lévy ; ils sont parahémièdres (fig. 7) ; quelquefois, par suite de macles, il existe sur certains cris-

taux les deux formes conjuguées $1/2\ \tau$ [π $(3\bar{6}92)$], mais alors, tandis que l'une est nette et brillante, l'autre est rudimentaire et à peine mesurable.

La macle toujours polysynthétique présente des angles rentrants, plus ou moins développés, suivant la largeur des faces d^1. Les individus constituants sont, du reste, assez variés de taille (fig. 8).

En outre des formes représentées par la fig. 7, j'ai observé le rhomboèdre nouveau $a^{1/6}$ $(0.5.\bar{5}.13)$ et un isoscéloèdre voisin d'une forme connue dans le corindon, k $(7.7.\overline{14}.6)$. Il existe probablement d'autres formes que celles qui viennent d'être signalées et je me réserve de les étudier plus tard, ces cristaux me parvenant au moment de la mise en pages de cette feuille. C'est le cas notamment d'un hémiscalénoèdre de la zone $e^{4/5}$ d^1 faisant avec la base un angle de 163°48′ à 164°39′.

La mohsite sur laquelle aucun essai chimique n'avait été fait jusqu'ici possède les propriétés pyrognostiques de la crichtonite.

4° *Dans les sables.*

L'abondance de l'ilménite dans les roches éruptives (notamment dans les roches volcaniques) et dans les roches métamorphiques, jointe à sa densité et sa résistance aux agents chimiques expliquent l'existence de ce minéral dans les sables des rivières, ruisseaux ou plages de toutes les régions non sédimentaires. Elle constitue avec la magnétite et la titanomagnétite une partie importante des sables noirs et denses des régions volcaniques de France, d'Algérie, de la Guadeloupe et de la Martinique, de Madagascar, etc. aussi bien que des massifs anciens des mêmes régions. L'ilménite peut être particulièrement étudiée dans toutes les alluvions aurifères dont il a été question tome II, page 427. Je crois toutefois que dans ces sables et alluvions, la titanomagnétite constitue le minéral titané le plus abondant.

Gisement indéterminé.

Tonkin. — M. Dupouy vient de me communiquer, sans indication de conditions de gisement, des échantillons d'ilménite provenant de Ta-ho-ti, sur le plateau de la rive droite du Fleuve Rouge, sur le parallèle de Laokay. Ils consistent en cristaux arrondis, aplatis suivant la base, parallèlement à laquelle ils se clivent facilement. Ils ont jusqu'à 2 centimètres de diamètre.

Je décris à la suite de l'ilménite la pseudobrookite dont la place dans la systématique n'est pas établie d'une façon définitive. Si la formule $Fe^4(TiO^4)^3$ est exacte, ce minéral doit être rangé dans le groupe des silicates et titanates avant les grenats.

M. Doss, à la suite de l'étude des cristaux produits dans un haut fourneau, a proposé au contraire la formule Fe^2TiO^5 qui rapprocherait la pseudobrookite de l'andalousite avec laquelle elle présente quelque analogie de forme.

PSEUDOBROOKITE

$Fe^4(TiO^4)^3$

Orthorhombique. $mm = 91° 5'$.

$b : h = 1000 : 804{,}276 \quad D = 713{,}770 \quad d = 700{,}380.$

$[a : b : c = 0{,}98123 : 1 : 1{,}12679$ (Traube)[1]].

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210); a^3 (103), a^1 (101); $b^{3/2}$ (113); $e_{1/3} = (b^{1/3}\ b^1\ g^{1/3})$ (123); [$s = (b^{1/4}\ b^{1/2}\ g^{1/3})$ (133)?].

Les mesures suivantes ont été prises par M. Œbbecke sur les cristaux du Riveaugrand.

	Angles calculés.	Angles observés.		Angles calculés.	Angles observés.
mm	91°5′		$b^{3/2}\ b^{3/2}$ av.	141°20′	141°7′.
mh^1	135°32′30″		*$h^1\ a^1$	138°57′	138°23′.
mh^3	161°40′30″		$h^1\ a^3$	110°57′	110′56 à 111°5′
mg^1	134°27′30″		$a^1\ a^3$	152°0′	
*$h^1\ h^3$	153°52′	153°55′30″.	$a^3\ a^3$ s. p	138°6′	
$h^3\ h^3$ av.	127°44′		$g^1\ e_{1/3}$	125°5′	124°55′
$h^3\ a^3$	108°43′		$g^1\ s$	136°28′	

1. Plusieurs auteurs (Dana), ont pris l'axe c de cette forme pour b et réciproquement, afin de rapprocher les formes de la pseudobrookite et de la brookite.

notre p	(001) devient	g^1	(010)	a^1	(101) devient	e^1	(011)
m	(110)	a^1	(101)	e^1	(011)	m	(110)
h^1	(100)	h^1	(100)	$b^{3/2}$	(113)	$(b^{1/4} b^{1/2} g^1)$	(131)
g^1	(010)	p	(001)	$e_{1/3}$	(123)	e_2	(132)
h^3	(210)	$a^{1/2}$	(201)	s	(133)	$(b^{1/4} b^{1/2} g^{1/3})$	(133)
a^3	(103)	g^2	(130)				

Formes et faciès. Les cristaux de pseudobrookite forment de petites tables rectangulaires, aplaties suivant h^1 (100), généralement très striées parallèlement à l'axe vertical.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile.

Dureté. 6.

Densité. 4,39 à 4,90.

Coloration et éclat. Noire, brun rouge par transparence. Éclat adamantin, gras dans la cassure. Poussière brun rouge ou jaune d'or.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à p (001). Bissectrice aigüe *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à p (001).

$$2\,H_a = 84^\circ\,30' \text{ (Lattermann).}$$

Dispersion nette avec $\rho < v$.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible avec maximum suivant n_m.

Composition chimique. La formule $Fe^4(Ti\,O^4)^3 = 2\,Fe^2O^3,\ 3\,Ti\,O^2$ correspond à la composition suivante :

$Ti\,O^2$.....	42,9
Fe^2O^3....	57,1
	100,0

Le minéral ne se présentant jamais qu'en très petite quantité, la formule définitive n'a pu encore être établie ; il n'y a pas à songer à analyser le minéral du Mont-Dore qui est trop peu abondant.

Propriétés pyrognostiques. A peu près infusible. Comme l'ilménite. Complètement attaquée par l'acide sulfurique bouillant, imparfaitement par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les formes permettent de différencier assez facilement la pseudobrookite de la brookite ; si l'on place les cristaux de façon à rapprocher les formes des deux minéraux (voir note 1), les stries sur h^1 (100) de la pseudobrookite sont en sens inverse de celles de la brookite, dont les propriétés optiques sont très différentes ; de plus la brookite est inattaquable par l'acide sulfurique et ne contient pas sensiblement de fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pseudobrookite se trouve dans les deux catégories de gisements suivantes :

1° *Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La découverte de la

pseudobrookite au Mont-Dore est due à M. Gonnard (*in* von Lasaulx *Z. K.* VI. 209) qui l'a trouvée dans le ravin de Riveau-Grand, où elle se présente dans les cavités d'andésites et de trachytes englobés dans des blocs de trachyte à sanidine de la brèche trachytique. Ce minéral est très abondant dans les échantillons qui le renferment, mais ceux-ci sont assez rares, et dans les nombreuses excursions que j'ai faites dans le lit du ruisseau où l'on a le plus de chance de les rencontrer, il m'est souvent arrivé de n'en pouvoir recueillir un seul échantillon, alors que d'autres excursions ont été fructueuses. Les échantillons renfermant la pseudobrookite sont généralement rougeâtres; ce minéral imprègne la pâte microlitique de la roche.
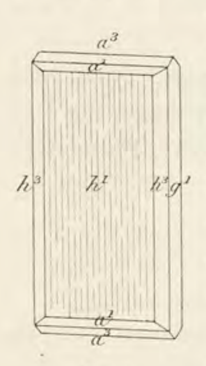


Fig. 1. Pseudobrookite de Riveau-Grand.

Les cristaux sont noirs et ne dépassent jamais 1^{mm} ; ceux qui sont très minces sont fortement translucides.

M. Œbbeke y a signalé (*B. S. M.* VIII. 57.1885) les formes h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), a^3 (103), a^1 (101), $b^{3/2}$ (113), et en outre de très petites faces qu'il faut sans doute rapporter à $e_{1/3}$ (123) et peut-être à s (133) [1]. Les cristaux sont d'ordinaire aplatis suivant h^1 (100) : la fig. 1 représente leur aspect le plus habituel.

La pseudobrookite est associée à de la hornblende, à de l'hypersthène (szaboïte), de la magnétite, de l'hématite, de la tridymite et de la sanidine. Ce genre de gisement est très analogue à celui de l'Arany Berg en Transylvanie.

J'ai trouvé récemment de très petites lames de pseudobrookite à Royat, où elle accompagne l'hématite dans les scories basaltiques et à la surface des enclaves de celle-ci (voir à *hématite*).

2° *Dans les roches granitiques.*

La pseudobrookite n'a été trouvée que rarement dans les roches granitiques. M. Orville Derby l'a rencontrée sous forme de tables brunes microscopiques dans les produits lourds résultant du lavage d'un kaolin des environs de Limoges (*Haute-Vienne*) (*Min. Magaz.* XI. 305. 1897), elle y accompagne l'anatase, le zircon et le xénotime.

1. C'est par une erreur de transcription que les formes m, e^1, $b^{1/7}$ ont été indiquées dans ce gisement par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II, 229).

CUPRITE

Cu^2O.

Cubique[1].

Formes observées. p (100); a^1 (111); b^1 (110).

Macles. Macles suivant un axe quaternaire, les individus composant la macle sont interpénétrés et sont symétriques par rapport à une face cubique ; le groupement ainsi réalisé (fig. 6) est celui qui est fréquent dans le diamant.

Faciès des cristaux. Les cristaux présentent des formes assez constantes dans une localité déterminée ; tandis que le cube est la forme dominante de quelques gisements, il est extrêmement rare à l'état isolé dans d'autres (Chessy), qui offrent au contraire comme forme dominante a^1 (111), b^1 (110), ou leur combinaison.

Les cristaux de Chessy présentent souvent des faces plus ou moins creuses; parfois les octaèdres de ce gisement sont réduits à une carcasse cloisonnée, constituée par les arêtes octaédriques (fig. 7).

La cuprite peut se présenter aussi sous forme de longues aiguilles capillaires, cubes extrêmement allongés suivant un axe quaternaire (*chalcotrichite*).

On la trouve aussi en masses grenues, compactes, plus rarement sous forme terreuse.

Clivages. Clivage interrompu a^1 (111), parfois clivage suivant p (100) non observé dans les gisements français. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 5,85 à 5,99.

Coloration et éclat. Rouge cochenille, souvent presque noir; rouge de diverses nuances et particulièrement carmin (*chalcotrichite*), les variétés terreuses sont rouges brique ou d'un rouge brun. Poussière traçante d'un rouge brun.

1. D'après M. Miers, certains cristaux de cuprite présentent l'hémiédrie holoaxe (plagiédrique) ; l'étude des figures de corrosion des cristaux de Chessy a fourni à M. Wallerant des formes constamment holoèdres (*B. S. M.* XXI, 236. 1898).

Éclat adamantin avec reflets métalliques ; les aiguilles de chalcotrichite sont en outre soyeuses. Parfois transparente en petits cristaux ; translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Monoréfringente.

n = 2,849 (rouge) (Fizeau)

Composition chimique. La formule Cu^2O correspond à la composition suivante :

Cu...	88,8
O....	11,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en colorant la flamme en vert émeraude ; la flamme est bleue au contraire si le minéral a été au préalable plongé dans l'acide chlorhydrique. Au chalumeau, sur le charbon, noircit, puis donne un globule de cuivre métallique. Réactions colorées du cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré ; la solution très concentrée, refroidie et additionnée d'eau froide donne un précipité de sous-chlorure de cuivre. Non attaquée par l'ammoniaque.

Altérations. Par réduction, la cuprite se transforme en cuivre natif, par oxydation en mélaconite.

La cuprite de Chessy présente d'une façon presque constante une altération superficielle en malachite, plus rarement en chessylite ou en ces deux minéraux à la fois ; cette altération s'effectue sous l'influence de circulations d'eau chargée d'acide carbonique ou de carbonates solubles.

On a signalé aussi des pseudomorphoses de cuprite en chrysocole, en limonite (Chessy).

Diagnostic. La forme cubique, l'éclat adamantin et la couleur joints à la monoréfringence sont caractéristiques de la cuprite : tous les minéraux offrant une couleur analogue (cinabre, argents rouges) sont biréfringents.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cuprite va être étudiée dans les conditions suivantes :

1° Dans les gisements métallifères.

2° Comme produit d'oxydation naturelle d'objets en cuivre.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Plateau Central. — *Tarn.* Le cuivre natif des mines d'Alban le Fraysse (t. II. 401) est accompagné de petites masses ou de cristaux translucides de cuprite; les cristaux sont peu distincts, a^1 (111) domine, associé à p (100), b^1 (110) et à un trapézoèdre que je n'ai pu mesurer avec précision.

Creuse. De petits cristaux de cuprite m'ont été signalés par M. Morineau dans les filons stannifères de Montebras en Soumans; ce minéral y constitue une grande rareté.

Haute-Vienne. La cuprite accompagne le cuivre natif sous forme de petites mouches dans les filons stannifères de Vaulry.

Loire. La chalcotrichite a été trouvée en petite quantité à la mine de la Pacaudière (voir à *cérusite*).

Rhône. Le gisement qui a fourni les plus beaux cristaux connus de cuprite est celui de Chessy (voir à *chessylite* pour les détails concernant ce gisement).

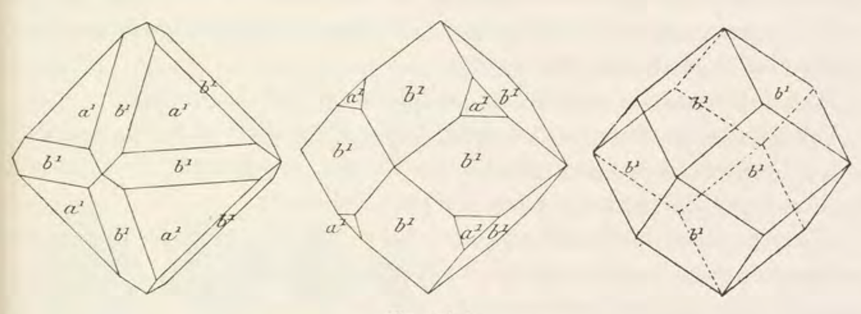


Fig. 1 à 3.
Cuprite de Chessy, formes communes.

La cuprite a constitué autrefois à Chessy un minerai exploité (*mine rouge*); elle se présentait sous forme d'imprégnation dans les cornes vertes, de mouches dans les grès triasiques. Dans ce même gisement, elle forme aussi des masses compactes à clivages octaédriques, des géodes tapissées de cristaux, mais ce sont surtout les cristaux isolés qui sont connus de tous les minéralogistes.

Lors de l'exploitation de la mine, ils étaient extrêmement abondants dans des argiles, dans la limonite, la chessylite et la malachite; enfin

on les trouvait plus rarement englobés dans les nodules de chessylite ou implantés dans leurs géodes. Leur plus grande dimension varie de quelques millimètres à 3 centimètres.

On a trouvé à Chessy, bien qu'assez rarement, des cristaux de cuprite d'un rouge cochenille, translucides ou même transparents.

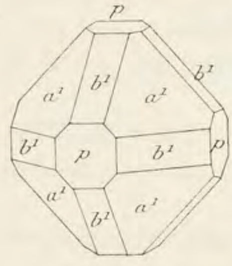


Fig. 4.
Cuprite de Chessy.

En effet, une particularité commune à presque tous les cristaux de cuprite de ce gisement réside dans leur transformation superficielle ou totale en malachite, plus rarement en chessylite. Il existe des pseudomorphoses dans lesquelles ces deux carbonates coexistent, mais sans se mélanger. Quand on brise ces pseudomorphoses, on trouve généralement un noyau central de cuprite inaltérée.

La surface des pseudomorphoses en malachite provenant des argiles est souvent terne, raboteuse, par suite d'une dissolution superficielle de ce carbonate ; cela n'a pas lieu généralement pour les pseudomorphoses contenues dans des géodes, les cristaux ont alors une surface polie, comme glacée et brillante. Les faces des pseudomorphoses en chessylite sont d'ordinaire planes.

Plus rarement, la cuprite est remplacée par de la limonite.

Les formes se rapportent à deux types, l'octaèdre et le dodécaèdre, entre lesquels se trouvent toutes les formes de passage ; les figures 1 et 2 en représentent les aspects les plus habituels.

Il existe aussi la combinaison a^1, b^1, p (fig. 4), mais je ne l'ai pas rencontrée dans les cristaux isolés. Tous les échantillons de cette combinaison que j'ai vus se trouvent dans des géodes de cuprite massive ou de chessylite.

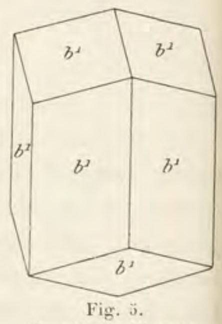


Fig. 5.
Cuprite de Chessy.

Les cristaux dodécaédriques sont quelquefois allongés suivant un axe ternaire (fig. 5), prenant ainsi un aspect rhomboédrique.

Le cube isolé et les combinaisons pa^1 (fig. 3, page 479 t. II) et $p\,b^1$ (fig. 4, page 780, t. II) ont toujours été des raretés à Chessy. Elles étaient recherchées par les collectionneurs, lors de l'exploitation des mines. On trouve parfois dans les collections datant de

cette époque des cristaux de chessylite qui ont été limés de façon à leur donner une forme à peu près cubique : ils étaient vendus alors sous le nom de cuprite cubique pseudomorphique.

J'ai observé à Chessy des macles (par interpénétration) suivant un axe quaternaire qui sont représentées par la fig. 6 ; d'ordinaire, il existe en outre une petite bordure b^1. Ces cristaux ont la forme d'un octaèdre dont les arêtes seraient remplacées par une gouttière; il semble qu'il y ait souvent un cristal central sur chacune des faces duquel serait venu s'accoler un octaèdre très aplati suivant une face octaédrique.

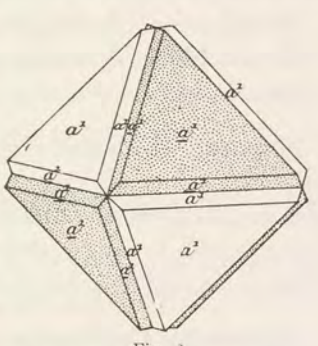


Fig. 6.
Cuprite de Chessy. Macle par pénétration.

Une particularité intéressante des cristaux de cuprite de Chessy est la structure cristallitique qu'ils présentent fréquemment, surtout quand ils sont petits, comme ceux que l'on trouve encore sur les haldes de la mine. Ce sont des octaèdres dont les arêtes se continuent en prolongements filiformes.

Il est très fréquent, en outre, de trouver des octaèdres à faces concaves, ou même des octaèdres tout à fait squelettiformes. Ils constituent alors une sorte de boîte octaédrique creuse, réduite à un cadre formé par les arêtes octaédriques d'où partent des cloisons irrégulières parallèles aux faces a^1 (fig. 7). Ces cristaux sont d'ordinaire entièrement transformés en malachite.

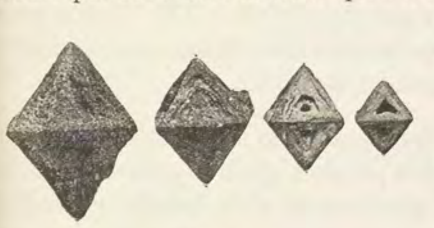


Fig. 7.
Octaèdres à faces creuses de cuprite de Chessy. (*Photographie, grandeur naturelle*).

Quand dans ces cristaux les faces b^1 (110) sont associées à celles de l'octaèdre, elles sont souvent aussi creusées en forme de rigole ; il ne faut pas confondre ces creux, parallèles à une arête a^1 b^1 et produits par corrosion, avec les angles rentrants résultant des macles dont il vient d'être question.

Je n'ai trouvé que très exceptionnellement des cristaux dodécaèdriques à faces creuses.

Le filon de galène de Montchonay aux Ardillats a fourni de jolis échantillons de chalcotrichite (Gonnard. *B. S. M.* V. 194. 1882) ; ceux

que j'y ai moi-même recueillis tapissent de leurs aiguilles rouge cramoisi de petites cavités du quartz.

Algérie. — *Alger*. Les gîtes de panabase de Mouzaïa renferment de jolis cristaux rouges translucides, $a^1 b^1$, de cuprite, associés à des houppes de malachite : ils sont fréquemment implantés sur la barytine laminaire ou dans les cavités de limonite concrétionnée.

Constantine. A Aïn Barbar, la cuprite octaèdrique a été trouvée, dans les filons de chalcopyrite et de blende, recouvrant la limonite scoriacée.

Congo. — La mine de Mindouli renferme des masses rouges de cuprite parfois mélangées de cuivre natif, mais souvent très pures et présentant alors une cassure vitreuse très éclatante ; j'ai reçu ces minéraux depuis la publication du tome I où j'ai étudié (page 261) la dioptase de ce remarquable gisement.

Nouvelle-Calédonie. — Le cuivre natif de la mine Balade est surtout associé à de la cuprite qui se trouve aussi en petites masses indépendantes dans les micaschistes. Cette cuprite d'un beau rouge rubis présente parfois des cristaux nets ; ce sont des octaèdres atteignant 3 mm., de plus grande dimension ; les faces a^1 sont brillantes.

La cuprite compacte a été rencontrée dans la mine Pilou (voir à *chessylite*).

Elle remplit les fentes d'une porphyrite altérée à l'île Ducos près Nouméa : elle y constitue des enduits d'un beau rouge, accompagnés de malachite terreuse, de cuivre natif et de calcite.

Madagascar. — J'ai reçu de Madagascar de beaux échantillons de cuivre natif et de cuprite, enveloppés par de l'opale cuprifère et par de la chrysocole ou des zéolites ; ils proviennent d'un basalte altéré des environs du village de Tamohevitra (mammelons peu élevés, à 800 mètres environ à l'Est de la rive droite du Bekiady), au milieu duquel ces minéraux paraissent constituer un gite métallifère important.

Ce gisement est surtout remarquable par les magnifiques zéolites en gros cristaux : gmélinite, analcime, mésotype, heulandite, etc., qu'il renferme et que j'étudierai dans mon premier supplément.

2° *Comme produit d'oxydation aux dépens d'objets de cuivre.*

La cuprite a été observée très fréquemment sur des objets antiques en cuivre, enfermés dans la terre humide ou soumis à l'action de sources thermales.

Je rappellerai à cette occasion les cristaux de cuprite cubique trouvés dans les jambes d'un cheval de bronze découvert en 1777 à Lyon (*J. P.*XIV. 155 1779) et étudiés par Romé de l'Isle (*Cristall.* III. 332. 1783) ; ils étaient associés à de la malachite et à de la chessylite : des cristaux de ce genre sont fréquents à la surface des objets romains et gallo-romains trouvés aux environs de Lyon et de Mâcon.

J'en ai moi-même signalé (*B. S. M.* VI. 175. 1883) à la surface de monnaies romaines trouvées en Algérie ; ils y sont accompagnés de malachite, de cérusite, etc.

Daubrée a décrit des cristaux de cuprite (a^1) à la surface d'objets de bronze trouvés dans les substructions romaines des thermes de Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*) et à la surface de monnaies romaines immergées dans l'étang de Flines-les-Roches (*Nord*). (Voir pour ces deux gisements, t. II, p. 515).

La cuprite se forme aussi aux dépens des objets de cuivre fortement chauffés dans les incendies. M. Stan. Meunier l'a signalée (*Méthode de synthèse en minéralogie* 74. 1871) dans des produits provenant de l'incendie du palais des Tuileries en 1871.

TÉNORITE

Cu O

Monoclinique? $mm = 67°54'$.

$b : h = 1000 : 499{,}227$. $D = 336{,}971$. $d = 546{,}860$.

[$a : b : c = 1{,}4902 : 1 : 1{,}3604$ (Maskelyne).
$x\,y = 80°28'$.]

Macles. Macles suivant h^1 (100) (Cornwall), suivant e^1 (001) (Vésuve).

Formes observées. Le ténorite cristallise sous forme d'écailles mica-

cées, flexibles, aplaties suivant h^1 (100) ; dans les gisements cités plus bas, elle n'existe que sous la forme terreuse (*mélaconite*).

Clivages. Clivages faciles suivant p (001), moins faciles suivant $d^{1/2}$ (111) (Cornwall), suivant e^1 (011) [e^1 e^1 = 72°39'], dans les cristaux du Vésuve. Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 3 à 4 (cristaux) ; la mélaconite est peu cohérente.

Densité. 5,825 (cristaux), 5,95 à 6,25 (mélaconite impure).

Coloration et éclat. Les cristaux sont gris d'acier à gris de fer et ont un éclat métallique ; la mélaconite est noire, terreuse, sans éclat.

Translucide en écailles minces (ténorite).

Propriétés optiques. M. Kalkowsky admet que le minerai est triclinique à cause de ses propriétés optiques. Les lamelles, limitées par les faces e^1, sont palmées et présentent d'une façon constante la macle suivant e^1 : l'extinction par rapport à la trace de celle-ci paraît dissymétrique (29° à 33°) ; la section est oblique sur un axe optique.

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes brun foncé et jaune brunâtre : l'intensité de l'absorption des lamelles est comparable à celle d'une lame de tourmaline parallèle à l'axe.

Composition chimique. La composition chimique suivante correspond à la formule CuO.

Cu.....	79,8
O......	20,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau.

L'ammoniaque se colore en bleu au contact de la mélaconite qui est soluble dans les acides.

Diagnostic. Les lamelles de ténorite ressemblent à celles d'hématite, mais sont d'un noir plus foncé : elles s'en distinguent par la couleur de leur poussière, leurs propriétés optiques et chimiques. La mélaconite ne peut guère être confondue qu'avec la chalcosite qu'elle accompagne souvent, elle s'en distingue facilement par son défaut de sectilité et par l'absence de soufre : elle se différencie de la psilomélane par ses réactions pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La ténorite cristallisée se rencontre au Vésuve comme produit de fumerolles volcaniques et plus rarement dans des gisements métalli-

fères; la mélaconite est un produit d'altération de quelques minerais de cuivre.

Plateau Central. — *Rhône.* La mélaconite massive ou terreuse constituait à Chessy un amas qui était exploité sous le nom de *mine noire* et de *mine grise*; d'après les essais de Thibaud et de Berthier ce minerai était très impur, mélangé de pyrite, de chalcopyrite, d'oxyde de fer, de quartz, etc.; il provenait de la décomposition de la chalcopyrite, sa richesse moyenne en cuivre était de 6 à 15 °/₀ environ.

J'ai rencontré la mélaconite sous forme de poudre noire, cryptocristalline à la surface de la panabase (fournétite) altérée de la mine de Montchonay en les Ardillats.

Maures. — *Var.* La mélaconite terreuse, mélangée à la chalcosite est l'un des minerais les plus abondants des poudingues cuprifères permiens de la mine de la Garonne près Toulon.

Nouvelle-Calédonie. — La mélaconite sous forme pulvérulente accompagne la chalcosite dans les micaschistes de la mine de Balade (voir à *chalcosite*).

MASSICOT

PbO

Dimorphe : orthorhombique et quadratique.

Faciès. Le massicot naturel est compact, écailleux ou terreux et de couleur jaune comme l'oxyde obtenu en chauffant du plomb dans un courant d'air; quand dans cette dernière opération la chaleur a été suffisante pour fondre l'oxyde, il cristallise en écailles d'un jaune rouge; il est alors désigné sous le nom de *litharge*.

Dureté. 2.

Densité. 9,20 à 9,36, souvent 8,9 à 8 par suite d'impuretés.

Coloration et éclat. Jaune plus ou moins vif; poussière de même couleur, souvent plus claire Terne, opaque.

Propriétés optiques. M. L. Michel a constaté que les cristaux quadratiques sont uniaxes et *négatifs* (n_p).

Composition chimique. La formule PbO correspond à la formule :

Pb.....	92,8
O......	7,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un verre jaune ; peut recristalliser sous forme de litharge. Sur le charbon, est facilement réduit en plomb métallique.

Soluble dans l'acide azotique et dans l'acide chlorhydrique étendus.

Diagnostic. Les réactions au chalumeau permettent de distinguer aisément le massicot des autres oxydes jaunes pulvérulents ; les minéraux plombifères qu'il accompagne sont également un indice mettant sur la voie de la détermination.

Il se distingue de la stibiconite jaune par sa solubilité dans l'acide azotique étendu qui, par évaporation, fournit une cristallisation d'octaèdres d'azotate de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le massicot est un minéral rare ne se formant que dans un petit nombre de gisements naturels : il se produit par altération des minerais de plomb, et surtout de la cérusite et de la bleiniérite : il se forme aussi dans diverses opérations métallurgiques.

1° *Dans les filons métallifères.*

Cévennes. — *Gard.* Le massicot constitue des masses terreuses, jaunes, assez impures dans les gisements zincifères de Malines (voir à *smithsonite*), il paraît résulter de la décomposition de la cérusite à laquelle il est mélangé.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Depuis la publication du t. II, je dois à MM. Duplan et de Brun d'intéressants échantillons provenant du ravin de la Rodde près d'Ally. La gangue du minerai exploité (variété de boulangérite) est un quartz noir violacé. Aux affleurements, la boulangérite est profondément altérée, traversée par des veinules de bleiniérite noire, brune ou jaune citron à éclat gras et résineux ;

il existe aussi parfois un peu de cérusite. La décomposition de cette bleiniérite fournit du massicot ; elle devient d'abord terne, opaque, d'un jaune plus ou moins clair, tout en restant très cohérente, puis elle se fendille et prend alors la structure franchement terreuse.

En attaquant ces divers minéraux par l'acide chlorhydrique, on dissout à la fois de l'antimoine et du plomb dans la bleiniérite, puis des proportions de plomb croissantes dans les échantillons ternes, alors que le plomb subsiste à peu près seul dans les spécimens terreux.

J'ai eu connaissance de cette boulangérite depuis la publication du tome II dans lequel elle n'est par suite pas citée.

Rhône. J'ai rencontré des échantillons de massicot sur les haldes du filon de Montchonay en les Ardillats. Il remplit les cavités cariées du quartz, et y est associé à de la malachite, de la chessylite et de la cérusite. Ce minéral résulte de l'altération de la galène qui, dans ce gisement, est intimement mélangée avec de la panabase, ce qui l'avait autrefois fait prendre pour un cuivre gris plombifère (*fournétite*).

Vosges. — [*Lorraine*]. Le massicot a été signalé dans les mines de galène de la Croix-aux-Mines (Brochet. *Minéral.*, II 328.1802).

Alpes. — *Isère.* Ce minéral a été également indiqué sous forme d'enduits dans le filon aurifère de la Gardette où il se serait produit aux dépens de la galène.

2° *Dans les sources thermales.*

Des lamelles orangées d'oxyde de plomb ont été observées par Daubrée dans les fissures des tuyaux de plomb de l'époque romaine des sources thermales de Bourbonne-les-Bains et de Plombières ; elles y accompagnent la cérusite, l'anglésite, la phosgénite, étudiées plus loin.

3° *Dans les opérations métallurgiques.*

La litharge en masses écailleuses jaune rouge est produite dans les usines où se traitent des minerais de plomb. Elle se rencontre par suite dans les déblais de ces usines (Pontgibaud) d'où elle arrive parfois dans les collections avec la mention de produit naturel.

HYDROXYDES

MEYMACITE

WO^3, $n\ H^2O$

Amorphe.

Faciès. La meymacite constitue des épigénies de scheelite qui seront décrites plus loin, elle se trouve sous forme de masses résineuses ou terreuses.

Dureté.

Densité. 3,8 à 4,54.

Coloration et éclat. Jaune d'or, jaune brunâtre, brunâtre. Éclat vitreux, terne dans les variétés terreuses. Transparente en lames minces et alors jaune d'or.

Propriétés optiques. Monoréfringente ;

Composition chimique. Le minéral est généralement très impur, les analyses suivantes ont été faites par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 638. 1874) qui admet la formule $WO^3,2H^2O$, après déduction de la limonite et de la scheelite mélangées.

b et *c*) meymacite friable jaune, à poussière jaune de soufre.

d) meymacite pure, lamellaire, à poussière jaune.

	b)	*c)*	*d)*
WO^3	71,85	74,25	75,12
Ta^2O^5	1,00	1,05	0,70
CaO	2,50	4,65	7,00
Fe^2O^3	6,00	6,10	6,25
Mn^2O^3	0,75	0,65	0,32
H^2O	12,93	11,75	6,85
Gangue	4,50	1,85	2,55
	99,53	100,30	98,79
Densité	3,80 (*b* et *c*)		4,54

Bien que la matière analysée soit extrêmement impure, mélangée d'oxyde de fer et de scheelite non décomposée, il n'est pas douteux cependant que le minéral ne soit de l'acide tungstique hydraté et un corps existant bien réellement en tant qu'espèce distincte. On peut le considérer comme l'*opale* de la tungstite.

Propriétés pyrognostiques. Chauffée dans le tube, la meymacite devient jaune foncé, brun orangé, puis noircit et s'agglomère ; elle donne en même temps de l'eau.

Sur le charbon, elle noircit, puis se fritte. Avec le sel de phosphore, donne au feu oxydant une perle jaune à chaud, incolore à froid qui, au feu réducteur, devient violacée ou rouge (fer et tungstène).

Partiellement soluble dans l'ammoniaque, surtout à chaud. Avec l'acide azotique, devient d'un jaune franc et avec l'acide chlorhydrique d'un vert sale. L'addition de zinc dans la solution chlorhydrique donne la coloration bleu intense du tungstène.

Diagnostic. L'éclat résineux et l'eau donnée dans le tube distinguent la meymacite de la tungstite. Sa couleur et son éclat permettent aisément de la différencier de la scheelite qu'elle accompagne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Corrèze*. La meymacite n'a été rencontrée encore qu'à Meymac ; elle y était assez abondante dans les filons bismuthifères (voir t. II, p. 387); elle s'y forme exclusivement aux affleurements, par décomposition sur place de la scheelite. Celle-ci, d'un gris verdâtre ou brunâtre, se fissure ; dans ses fentes se forme la meymacite résineuse qui, peu à peu, prend sa place ; le résultat complet de la transformation est une masse cloisonnée très fragile, s'émiettant parfois sous la simple pression du doigt. Elle renferme généralement de petits fragments de scheelite encore en partie intacts.

Quand la scheelite est associée au wolfram, ce qui est fréquent, la meymacite est souvent imprégnée d'oxyde de fer ; les échantillons sont alors plus solides, le minéral est de couleur plus foncé, mais nécessairement très impur.

OPALE

$SiO^2, n H^2O$.

Amorphe.

Formes et faciès. L'opale se présente sous forme massive ; elle constitue parfois des masses globuleuses, réniformes, stalactiformes, tuberculeuses ou terreuses. Ces diverses manières d'être, jointes à des colorations et à des textures différentes, donnent naissance à un grand nombre de variétés ayant reçu des noms différents ; les principales d'entre elles sont les suivantes :

1° *Opale sans forme caractéristique, en masses compactes* (opale proprement dite).

a) *Opale précieuse* transparente ou très translucide.

L'*opale noble* est incolore, elle présente des jeux de couleur souvent d'une grande beauté qui la font employer dans la joaillerie.

L'*opale de feu* a une couleur d'un rouge hyacinthe ou d'un jaune ambré, avec reflets rouges. Le *girasol* est translucide, d'un blanc bleuâtre avec reflets rougeâtres.

b) *Opale commune*, translucide (*semi-opale*) ou opaque.

L'*opale laiteuse* translucide est d'un blanc de lait bleuâtre. Le *cacholong*, d'un blanc de porcelaine (opaque) parfois un peu bleuâtre, happe souvent à la langue ; la *neslite* en est une variété (page 335).

L'*opale résinite* (quartz résinite des anciens auteurs) a un éclat gras ou résineux, ses colorations sont des plus variées dans les teintes jaunes, vertes, rouges, noires. *L'opale de bois* est une opale commune, épigénisant du bois dont la structure anatomique est souvent conservée.

L'*opale jaspeuse* est colorée par des oxydes de fer ou de l'argile et possède la couleur jaune, rouge, verte ou brune du jaspe avec l'éclat vitreux de l'opale. La *forchérite* est colorée en jaune vif par de l'orpiment (page 323).

L'*opale nectique* en rognons poreux, qui flottent pendant quelque temps sur l'eau est une pseudomorphose de gypse saccharoïde (page 334).

2° *Opale à formes concrétionnées.* La *hyalite*, incolore et transparente comme du verre, forme des concrétions ou des enduits globulaires, réniformes, botroydes ou stalactiformes.

La *ménilite* est une opale commune se présentant en masses réniformes ou tuberculeuses, grises ou brunes ; elle est colorée par une argile magnésienne.

La fiorite est une hyalite translucide ou opaque, grise ou blanchâtre, à éclat nacré (*perlsinter*), quelquefois poreuse et formée d'écailles successives. Elle résulte de l'altération des roches volcaniques sous l'action de fumerolles acides, alors que la *geyserite* (kieselsinter), en masses poreuses, spongieuses, filamenteuses, stalactiformes, à forme de choux-fleurs ou en masses pulvérulentes est une production geysérienne (souvent facilitée par des algues).

3° *Opale pulvérulente.* L'opale pulvérulente rappelant souvent par son aspect extérieur le kaolin peut avoir deux origines et deux structures différentes. Quand elle est d'origine chimique, elle est constituée par de petits globules concrétionnés, microscopiques (page 328) Lorsqu'elle est d'origine organique et constituée par des carapaces de diatomées (*randannite*), de radiolaires, ou des spicules de spongiaires, elle conserve tous les détails de structure de ceux-ci [1] (page 325).

Cohésion. Quelques variétés d'opale sont poreuses (*opale nectique*), happent à la langue (*cacholong*) et peuvent absorber une grande quantité d'eau en devenant transparentes ou translucides (*hydrophane*). Les opales sont souvent très fendillées. On vient de voir qu'il existe des variétés pulvérulentes d'opale.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

1. Le terme de *tripoli* doit être abandonné comme terme scientifique, les produits siliceux auxquels il s'applique dans le commerce étant très différents. Il comprend notamment les diverses variétés d'opale pulvérulente, d'origine chimique ou organique.

De plus, le tripoli de Ménat (*Puy-de-Dôme*) est le produit de la calcination des schistes de la base de l'aquitanien. Ces schistes sont bruns ou noirs ; ils se délitent à l'air en lits minces et renferment des nodules de marcasite et de nombreuses empreintes de feuilles et de poissons ; ils contiennent environ 62 °/₀ de silice, 28 °/₀ de matière carburée, 9 °/₀ d'eau ammoniacale. On les calcine en vase clos pour fabriquer du noir de fumée, ou à l'air libre pour faire un tripoli un peu rougeâtre. D'après le frère Hériband, cette roche ne renfermerait pas de diatomées.

Le tripoli de Poligné (*Ille-et-Vilaine*) provient de la combustion spontanée des ampélites siluriennes (gothlandiennes), à la fois pyriteuses et riches en matière carburée ; c'est une roche tendre, onctueuse au toucher, blanche ou rougeâtre. J'ai pu constater dans des échantillons que m'a communiqués M. Kerforne, qu'à l'inverse du tripoli de Menat, celui-ci est essentiellement constitué par de très menus grains de quartz.

Densité. 1,9 à 2,3. La densité est très variable par suite de l'existence fréquente de pigments colorés ou de diverses impuretés.

La propriété que possède l'opale nectique de flotter pendant quelque temps sur l'eau, tient à la texture spéciale qui est étudiée page 334 (fig. 3).

Coloration et éclat. Incolore, blanche et d'un blanc laiteux, jaune, rouge, rose fleur de pêcher, verte ou bleue, de diverses nuances. Les variétés foncées doivent généralement leur coloration et leur opacité à des inclusions. Les opales précieuses présentent des jeux de couleur variés. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat vitreux, souvent résineux, nacré dans quelques variétés.

Propriétés optiques. Monoréfringente, mais présentant souvent des phénomènes de polarisation accidentelle dus à de la trempe. Les globules montrent en lumière polarisée parallèle une croix noire de signe *négatif*, comme les substances, analogues à la gélatine, qui se contractent en se solidifiant et sont par suite comprimées perpendiculairement à leur surface.

Des Cloizeaux a donné les indices suivants pour le rouge :

N = 1,450 (opale de feu), 1,442 à 1,446 (opale noble).
1,4374 à 1,4555 (hyalite), 1,406 (hydrophane sèche) à 1,446 (après absorption d'eau).

Les jeux de lumière des opales précieuses ont été attribués par Brewster à l'existence d'inclusions microscopiques. Behrends pense au contraire (*Berich. Akad. Wiss. Wien*, LXIV. 1871) qu'elles sont dues à la présence de lamelles courbes (de tridymite ?) d'indice différent de celui de l'opale qui, primitivement formées sur des plans parallèles, ont été ensuite disjointes par la solidification de celle-ci.

Composition chimique. L'opale est de la silice renfermant une quantité variable d'eau (3 à 9 °/₀ environ, mais pouvant descendre à 2 ou dépasser 15 °/₀). Cette composition ne peut être représentée par une formule unique et il est probable qu'il existe, parmi ces corps divers, divers hydrates de l'anhydride silicique (voir à *propriétés pyrognostiques*).

L'hyalite ne renferme guère que 3 °/₀ d'eau, l'opale pulvérulente de Vierzon 4,7 °/₀, l'opale de feu du Mexique 6 à 8 °/₀ ; l'opale noble de Hongrie 10 °/₀, la geyserite de 9 à 13 °/₀.

Quant aux autres variétés, les variations de teneur en eau sont souvent dues à l'existence de produits étrangers, tels que pigments ferrugineux et argileux.

Analyses.

a) de la *randannite* de Ceyssat par Fournet (déduction faite de 0,80 °/₀ de sable).

b) de la *randannite* d'Oran par Salvétat (déduction faite de 12 °/₀ de quartz et d'argile).

	a	b
SiO^2	87,20	90,91
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	2,00	»
$CaO + MgO$	traces	»
H^2O	10,00	9,09
	99,20	100,00

Salvétat a montré (*A. C. P.* XXIV. 348. 1848) que la randannite d'Algérie perd 4,50 °/₀ d'eau de + 16° C. à 100° C. et 4,59 °/₀ au rouge.

Essais pyrognostiques. Infusible. Donne de l'eau dans le tube ; les variétés transparentes ou translucides deviennent opaques, les variétés colorées par du fer rougissent. Plus soluble dans l'acide fluorhydrique que le quartz.

Soluble dans les alcalis, mais d'une façon très inégale ; l'hyalite l'est notablement moins que l'opale noble.

Altérations. L'opale en se déshydratant donne naissance aux diverses formes cristallines de silice anhydre, à des lamelles de tridymite et plus souvent à du quartz cristallisé ou aux types cryptocristallins de son groupe (quartzine, calcédonite, lutécite, pseudocalcédonite).

Diagnostic. La structure colloïde, la faible densité, la solubilité dans les alcalis constituent les caractères distinctifs de l'opale des types siliceux anhydres et des minéraux hydratés du groupe des argiles (allophane), des serpentines qui sont en outre plus tendres.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'opale se rencontre dans les roches les plus diverses, elle y est toujours formée par action secondaire et l'étude de ses gisements doit consister moins dans celle de sa distribution dans les diverses catégories de formations géologiques que dans celle des conditions particulières qui ont déterminé sa production. Je la considérerai successivement :

1° Comme produit d'altération de roches silicatées;

2° Dans les formations filoniennes ;

3° Comme produit d'origine organique;
4° Comme produit de concrétion dans les roches sédimentaires.

1° *Comme produit d'altération des roches silicatées.*

a) *Produit d'altération atmosphérique ou de circulation d'eau.*

L'opale se produit parfois par altération des roches silicatées les plus diverses sous l'influence des agents atmosphériques ou par circulation d'eau plus ou moins profonde ; mais ce n'est guère que dans les serpentines dérivant des péridotites que ce minéral se présente avec quelque abondance et en échantillons macroscopiques. Il se produit au cours de la décomposition du péridot et du pyroxène : il est généralement accompagné de carbonate (*giobertite*), ou de silicates magnésiens (*magnésite*, etc.) et se présente surtout sous forme d'*opale résinite*.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a signalé (*op. cit.* 1898. 59) dans la serpentine de Bout-de-Bois en Héric, l'existence d'opale d'un blanc bleuâtre ou brune ; les variétés brunes sont translucides, avec jeux de lumière (jaune doré, jaune vert) ; le même minéral se rencontre au Boissier en Montbert.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La lherzolite du Moun Caou en Louvie-Juzon renferme quelques variétés d'opale résinite blanche, souvent veinée ou tachetée de noir.

Haute-Garonne. C'est sous la même forme que l'opale se rencontre dans le massif lherzolitique de Moncaup-Arguénos et particulièrement au voisinage du village de Moncaup, où elle est parfois accompagnée de quartz.

Ariège. L'opale est au contraire très rare dans les lherzolites de l'Ariège (Lherz, Prades, etc.) ce qui s'explique du reste par la faible serpentinisation de ces roches. J'ai observé des échantillons de hyalite mamelonnée dans la lherzolite altérée de Castillon.

Nouvelle-Calédonie. — Les gisements serpentineux de la Nouvelle Calédonie fournissent en très grande abondance des opales résinites très variées de couleur (blanc-laiteux, jaunes de diverses nuances, brunes, noires, etc.) et riches en dendrites et enduits ferrugineux ou manganésifères. Des mamelons d'hyalite tapissent les fentes de la chromite de la même région.

b) *Produit d'altération des roches volcaniques sous l'influence de fumerolles acides.*

L'opale se présente dans les roches volcaniques sous deux formes distinctes. On la trouve : 1° en incrustations concrétionnées, constituées par de la *hyalite* transparente ou diverses formes de *fiorite*; ces variétés se rencontrent surtout à la surface de laves ou de scories basaltiques ou trachytiques; 2° en masses, sans formes distinctes, résultant de la transformation plus ou moins complète de toutes les roches volcaniques (et d'une façon générale de toutes les roches silicatées), sous l'influence de fumerolles acides et en particulier de fumerolles sulfureuses; l'examen microscopique et chimique permet seul en général de spécifier ce genre d'opale qui conserve la forme des minéraux aux dépens desquels elle s'est produite.

α) Basaltes.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les scories basaltiques de Royat (Gravenoire) sont fréquemment recouvertes de gouttelettes limpides de hyalite ou d'enduits globulaires de fiorite d'un blanc opaque, à éclat nacré; ils s'observent également à la surface des enclaves variées que renferment les tufs de cette même région.

On trouve ces mêmes minéraux dans presque tous les basaltes de la chaîne des Puys et notamment au puy Corent (au-dessus de Soulasse), à Anzat-le-Luguet (fiorite en petites fibres arborescentes), au cap de Prudelle, près Clermont, à Murols, etc.

J'ai signalé, tome I, page 59, les curieux cristaux d'augite du puy de Lassolas, transformés par des vapeurs sulfureuses en opale jaune, sans que leurs formes soient altérées ; le basalte lui-même présente la même transformation et ne montre plus en lames minces qu'une masse homogène monoréfringente. M. Gonnard a désigné sous le nom de *lassolatite* (*op. cit.*, 9) des fibres blanches soyeuses d'opale produites par concrétion dans les cavités primaires des scories opalisées de ce gisement. Ce produit ne doit pas être distingué de la fiorite.

Cantal. La hyalite et la fiorite se rencontrent assez fréquemment dans les basaltes du Cantal, mais aucun gisement ne présente à ma connaissance ce minéral en échantillons remarquables.

Haute-Loire. Les basaltes de ce département renferment fréquemment des enduits ou des globules de fiorite ou de hyalite parfois

hyalins ; les gisements de Taulhac, de Denise, de Tareyre sont à citer.

Maures. — *Var*. A la surface du basalte de la Courtine en Ollioules (hyalite).

Madascagar. — Des masses d'opale colorées en vert par du cuivre, et associées à du quartz constituent l'une des gangues du cuivre natif dans le basalte zéolitisé très altéré des bords du Békiady, près du lac Kinkony; elles sont accompagnées par de la chrysocole de même couleur.

b) Trachytes et andésites.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La hyalite se rencontre dans les fissures de nombreux trachytes de la chaîne des Puys et notamment dans la dômite du Puy de Dôme, du puy de Sarcouy, du puy Chopine, du Mont-Dore (l'Ecorchade, le Sancy, le Capucin, les Egravats, etc.)

La cinérite trachytique du ravin de la Craie au Sancy (Mont-Dore) altérée par des fumerolles et chargée d'alunite et de soufre est très riche en opale qui épigénise tous les silicates originels, sans que leur forme ait été modifiée. L'opale se trouve sous la même forme, dans les cinérites et les trachytes (dômites) de la chaîne des Puys (notamment au Puy de Dôme), traversés par des fumerolles et particulièrement par celles ayant donné naissance à l'hématite.

Des houppes blanches de fiorite ont été signalées à la surface de cristaux d'hématite de la grande crevasse du sommet du Puy de Dôme (E. Laval, *Mém. Ac. Clermont-Ferrand*, XVI. 635. 1874), elles sont accompagnées de tridymite.

J'ai recueilli récemment de curieux échantillons de hyalite dans des blocs de gneiss à cordiérite enclavés dans l'andésite du puy de Pallaret, sur le chemin descendant à Vassivière. Cette hyalite forme de petits globules hyalins dans les cavités de résorption de ces enclaves : ils supportent ou recouvrent des cristaux d'hypersthène et jouent le même rôle que les cristaux de tridymite qui se trouvent dans les mêmes conditions au Capucin.

2° *Formations filoniennes.*

a) *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — Quelques sources thermales d'Auvergne déposent encore aujourd'hui de l'opale et montrent ainsi le mécanisme

probable de la formation des filons ou filonnets d'*opale résinite* qui se rencontrent dans d'assez nombreux gisements du Plateau Central et particulièrement dans la Limagne.

Puy-de-Dôme. Les eaux chlorurées sodiques arsénicales du Mont-Dore et particulièrement celles du Puits de César (44° C.) laissent déposer dans les conduites souterraines et aux griffons un dépôt visqueux, léger, jaune d'ocre, qui est en grande partie constitué par de la silice colorée par de l'oxyde de fer. Berthier a depuis longtemps signalé (*A. P. C.* XIX. t25, 1821) dans les conduites amenant l'eau à l'établissement, l'existence de rognons tuberculeux dépassant souvent 1 cm. de diamètre. Ils sont de couleur brune, noire ou blanche, leur cassure est résineuse ; c'est une opale résinite à texture lâche, s'égrenant sous le couteau et rayant le verre ; ces rognons renferment 82 % de SiO^2, avec 4 % d'oxyde de fer et 5 % d'eau et de matières organiques ; il existe en outre 1 % de carbonate de chaux.

De l'opale résinite jaune, brune ou verte formait jadis, à l'émergence des sources, un dépôt de 6 à 7 mètres d'épaisseur renfermant des débris végétaux silicifiés, de la limonite et de la silice pulvérulente. Ce dépôt a été enlevé au moment de la construction de l'établissement thermal.

De l'opale concrétionnée a été trouvée lors d'un sondage de la source de la Compissade, entre le Mont-Dore et la Bourboule.

C'est au même genre de formation, mais plus ancien, qu'il y a lieu de rapporter les dépôts d'opale de Saint-Nectaire pour la description desquels je renvoie à la page 446 du tome II. Je rappellerai seulement ici que l'on trouve dans ce gisement deux catégories d'opale ; l'une d'un gris brunâtre englobe des roseaux (eux aussi opalisés) et de nombreuses diatomées, quelques grains de quartz et d'orpiment. L'autre remplit dans le granite des fentes généralement étroites, mais ayant souvent plusieurs mètres carrés (bord de la route, en sortant de Saint-Nectaire-le-bas pour aller à Saint-Nectaire-le-haut). Elle est tantôt blanche, translucide, et tantôt d'un jaune orange plus ou moins foncé et colorée par de l'orpiment ; cette variété est identique à la *forchérite* formée dans de semblables conditions à Knittenfeld en Styrie. Exposée à l'air, cette forchérite perd une partie de son eau et sa cassure devient terne, de résineuse qu'elle était à l'état frais. Ses cavités sont parfois remplies par de l'aragonite. Les dépôts actuels des sources de Saint-Nectaire sont calcaires.

Le gisement qui en Auvergne a fourni les plus beaux échantillons d'opale résinite est celui de la montagne de Gergovia ; ce minéral forme de petits filons au milieu des pépérites et des assises oligocènes, leur remplissage a des aspects assez différents ; dans les ravins au-dessous du domaine de Bonneval, se trouve une variété blanche; à l'Est et à la base de la montagne, l'opale est d'un vert d'eau, elle est noire au Sud, brune ou veinée au-dessus du village de Merdogne. Cette dernière variété est parfois translucide, ses cavités sont souvent tapissées d'opale incolore, transparente et mamelonnée (hyalite).

On trouve de l'opale résinite dans de semblables conditions au puy de Marman, au puy Giroux, à Vertaizon, etc.

Au voisinage de la Bourboule à Prégnoux, un filon d'opale résinite traverse la cinérite; enfin M. Gonnard a signalé (*op. cit.*,II) dans le ravin de Lusclade des variétés d'un rouge-sang et d'autres jaune de chrome : des variétés rouges se trouvent au pays de la Tache au-dessus du gisement d'hématite.

Vosges. — *Vosges.* De l'opale concrétionnée, parfois accompagnée d'un peu de quartz a été trouvée dans les sources thermales de Plombières, elle incruste souvent les briques à zéolites dont il a été question tome II ; cette opale se présente aussi parfois sous la forme de hyalite.

Madagascar. — Des dépôts d'opale (probablement en partie quartzifiée) se rencontrent dans la région volcanique d'Ambohidratrimo : ils englobent de nombreux végétaux et paraissent analogues à ceux de Saint-Nectaire. M. Baron a signalé une sorte de geysérite à Analaroamaso au N. d'Ambatobé (N. d'Antsihakana) et à l'Est d'Andranomafana (entre Tananarive et la côte).

b) *Dans les filons métallifères.*

L'opale se produit dans quelques filons métallifères par la décomposition des silicates sous l'influence des eaux vitrioliques. Telle est le cas de la silice gélatineuse qui jadis obstruait presque complètement une ancienne galerie d'écoulement de la mine de cuivre de Chessy (*Rhône*). Par dessication, cette silice donnait une masse à aspect résineux.

Des enduits d'opale offrant parfois des reflets opalescents ont été rencontrés dans les mines de galène et de blende de Chatelaudren (*Côtes-du-Nord*).

3° *Dans les assises sédimentaires.*

a) *Opale d'origine organique.*

α) Origine animale.

Je rappellerai pour mémoire que les spicules d'un grand nombre d'éponges, de radiolaires qui fourmillent dans certaines formations sédimentaires sont constituées par de l'opale. Cette constatation est d'une grande importance pour l'explication du mode de formation des rognons d'opale dont il est question plus loin. Ces débris d'origine organique sont particulièrement abondants dans la craie.

Ardennes. M. Cayeux a décrit sous le nom de *spongolite* (*Mém. Soc. géol. Lille.* IV. 89. 1897) une roche du cénomanien de Bracquenies [*Belgique*] presque entièrement formée de débris de spongiaires (opale), en partie transformés et cimentés par de la calcédonite.

Algérie. — *Oran.* J'ai donné plus haut l'analyse d'une randannite, en masses blanches légères, décrite par Salvetat comme venant des environs d'Alger. Il est probable qu'il y a eu méprise de localité et que l'échantillon provient d'Oran où il existe dans le miocène supérieur des dépôts siliceux, riches en spicules d'éponges, de radiolaires, de diatomées : Oran, Arbal, Mascara et le littoral à l'Est d'Oran (Dahra). C'est ce produit qu'Ehrenberg a décrit sous le nom de *craie d'Oran*.

β) Origine végétale[1].

Les carapaces siliceuses des diatomées à structure absolument intacte (fig. 1) forment, presque à elles seules, de vastes dépôts exploités dans plusieurs gisements du Plateau Central, soit pour la fabrication de la dynamite, soit comme tripoli.

Le Plateau Central est particulièrement riche en dépôts d'opale ayant cette origine ; leur flore est étudiée dans les « *Diatomées*

1. Le nom de tabashir a été donné à une variété d'opale hydrophane, sans structure organisée, qui se rencontre dans les entre-nœuds de bambous de l'Inde, de l'Indo-Chine et du Tonkin. Les échantillons de la collection du Muséum proviennent du *Tonkin* ; ce sont des fragments blancs opaques à cassure terne se désagrégeant dans l'eau et devenant alors translucides, pour redevenir opaques par dessication.

d'Auvergne » (Clermont 1893) du Frère Héribaud Joseph qui m'a fourni des renseignements et m'a autorisé à reproduire sa pl. VI (fig. 1). Ces dépôts s'effectuent encore à l'époque actuelle, alors que d'autres remontent à l'oligocène.

Le dépôt en voie d'accroissement de l'étang de Saint-Loup près du lac d'Aydat permet d'étudier le mécanisme de production de ces formations. Par un temps chaud et humide, les diatomées se multiplient avec une telle rapidité qu'il se produit souvent, à la surface de l'eau et des particules végétales flottant sur elle, une pellicule, blanche à l'état sec, produite par le feutrage des carapaces des diatomées (*papier météorique*) ; elle tombe au fond de l'eau, quand elle a acquis une certaine épaisseur ; trois ou quatre jours suffisent souvent à la formation d'une nouvelle pellicule. Des espèces pélagiques se produisent aussi, mais en moindre abondance, dans toute la masse du liquide. Les feuilles et autres débris de phanérogames peuvent être entraînés en même temps que les diatomées et laissent ainsi leurs empreintes dans le dépôt, quand les conditions nécessaires à leur fossilisation sont favorables (Saint-Saturnin). Beaucoup de ces dépôts de randannite Auxillac (Varenne, la Bourboule, Ceyssat, Charay, Pourchères, le Ranc) ont été remaniés postérieurement à leur formation.

Le premier gisement trouvé en Auvergne est celui de Ceyssat. Fournet décrivit le minéral qui en provient sous le nom de *silice gélatineuse* (*A. M.* III. 492 1833) en attribuant son origine à l'action de sources thermales. Dufrénoy fit voir (*Minér.* III. 157. 1856) son analogie avec les infusoires de Billin que venait de faire connaître Ehrenberg. Salvetat le décrivit sous le nom de *randanite* (*A.C.P.*, XXIV. 348. 1848) qu'il faut écrire *randannite*, le gisement d'où est tiré ce nom étant le lieu-dit Randanne et non le village de Randan ; c'est la *ceyssatite* de M. Gonnard (*op. cit.* 14).

La randannite pure est terreuse, blanche ou jaunâtre, friable, traçante comme la craie, souvent douce au toucher comme le kaolin ; elle se réduit en poudre impalpable sous la pression, donnant une poudre légère qui polit l'argent. Elle est exploitée soit comme tripoli, soit comme absorbant pour la fabrication de la dynamite ; elle est désignée dans le commerce sous le nom de *tellurine*.

Drôme. Un dépôt assez abondant de randannite est exploité dans le miocène de Marsanne (quartier de Costerbouze), le type moyen ressemble à celui d'Auxillac, mais il est jaune chamois.

Ardèche. Des dépôts remaniés de randannite se trouvent à Charay, Pourchères et au Ranc.

Haute-Loire. Des dépôts de diatomées (pliocène moyen) tantôt purs et légers, tantôt impurs et schisteux se rencontrent à Ceyssat, à la Roche-Lambert ; ces gisements ont fourni de nombreuses empreintes de phanérogames.

Cantal. Le dépôt pliocène d'eau douce de randannite d'Auxillac en Virargues, sur la route de Murat à Allanches et à 4 kilomètres de Murat, est l'un des plus vastes d'Europe. Il a plusieurs hectares de superficie et une épaisseur moyenne de 12 mètres. La masse est traversée par des bancs d'humus mélangés de galets et renferme quelques nodules de marcasite. D'après les échantillons que je dois à M. Bouhard, cette randannite est d'une couleur variant du blanc pur au blanc jaunâtre; les couches inférieures sont ordinairement verdâtres, la flore est très variable suivant les niveaux considérés (fig. 1). Des dépôts similaires se rencontrent à Neussargues et à Journac.

Fig. 1.

Quelques diatomées de la randannite d'Auxillac. — 1-4 Cyclotella. — 5. Tetracyclus. — 6. Synedra. — 8-14. Cymbella. — 8-9. Navicula. — 10. Nitzschia. — 11-13. Gomphonema. — 15. Melosira (*grossissement de 600 diamètres et de 1200 à 1800 pour les détails*).

Puy-de-Dôme. C'est dans ce département que se trouvent les plus nombreux gisements, tous sont d'eau douce à l'exception de celui du Puy de Mur.

Dépôts oligocènes. — Puy de Mur, ce gisement découvert par M. P. Gautier renferme un mélange d'espèces marines, saumâtres et d'eau douce dont quelques-unes sont spéciales à ce gisement, des grains de pollen de conifères, etc. et de nombreux débris minéraux.

Dépôts pliocènes. —Varennes, près le lac Chambon, randannite schisteuse riche en diatomées et en phanérogames; La Bourboule, gisement recouvert aujourd'hui par des constructions.

Dépôts quaternaires. — Les dépôts importants au point de vue minéralogique sont ceux de l'époque quaternaire, : Ceyssat en Allagnat, Randanne au pied du puy de Montchat (sous le sol d'une

vaste prairie), les Rouilhas et la Cassière près le lac d'Aydat, Vassivière entre le village et le lac Chauvet, le creux Mortier entre Saint-Saturnin et Ponteix (empreintes de phanérogames avec tiges transformées en vivianite). A Saint-Saturnin, le dépôt siliceux est coloré uniformément en grisâtre par des produits organiques, mais dans les autres gisements la randannite forme des masses farineuses d'un beau blanc parfois teinté de jaune par un mélange d'argile, de produits organiques ou ferrugineux.

La randannite a été exploitée à Ceyssat et à Rouilhas pour la fabrication de la dynamite.

Dépôts actuels. — Les dépôts de randannite se forment actuellement encore sous les dépressions du sol volcanique qui s'étend entre le village de Ponteix, le lac d'Aydat et la Cassière[1].

b) *Opale d'origine chimique.*

L'opale d'origine chimique se rencontre dans les formations sédimentaires soit comme élément essentiel, soit comme minéral accessoire, constituant le ciment de grès ou des rognons concrétionnés au milieu des marnes ou des calcaires.

α) Comme élément essentiel.

Ardennes. — L'opale forme l'élément caractéristique des *gaizes*, roches jouant un rôle important dans la constitution géologique (albien et cénomanien) de l'Argonne (*Ardennes*).

Les gaizes sont des roches d'un gris jaunâtre sale, quand elles sont sèches ; verdâtres à l'état humide. Elles sont légères (densité 1,5 environ), absorbent facilement l'eau, enfin elles sont âpres au toucher. Elles renferment des taches blanches, sans contours nettement définis consistant en silex calcédonieux. M. Cayeux qui a étudié en détail ces roches (*Mém. Soc. géol.* Nord. IV. 14. 1897) propose de désigner sous le nom de *gaizes* toutes les roches sédimentaires siliceuses dans lesquelles la silice a une origine à la fois chimique et détritique.

1. On cite souvent Nice comme gisement de terres à diatomées. Je n'ai pu trouver la situation exacte de ce soi-disant gisement. Il résulte en outre des renseignements que m'ont fournis MM. Tempère et Peragallo, les diatomistes bien connus, que d'après sa flore la randannite blanche, désignée sous cette indication, vient probablement de Sicile ; elle aurait été importée il y a quelques années à Nice pour des essais de céramique.

La proportion de silice totale contenue par les gaizes varie en effet de 70 à 95 °/₀. La silice soluble dans les alcalis peut y atteindre 75°/₀, le quartz détritique allant de quelques °/₀ à plus de 50 °/₀. Souvent glauconieuses, les gaizes peuvent contenir un peu d'argile ou de calcaire; elles sont extrêmement riches en spicules (opale) d'éponges, en radiolaires ou en diatomées.

L'opale qui enveloppe les éléments clastiques et organiques est le plus souvent gélatinoïde, sans forme, mais elle se concrétionne aussi, formant des globules ou des sphérolites, présentant des phénomènes de biréfringence par trempe. C'est aux dépens de cette opale que se forme la calcédoine des silex. M. Cayeux admet que l'origine de ce ciment d'opale est dû 1° à une dissolution des débris organiques siliceux pendant et après la sédimentation; 2° à des apports *per descensum* effectués aux dépens des assises suprajacentes ; enfin il suppose que la décomposition de l'argile a pu fournir aussi une certaine quantité de silice.

Enfin, il existe dans les *Ardennes* (canton de Signy-l'Abbaye), au milieu de l'oxfordien, des roches se rapprochant des gaizes crétacées.

Berri. — *Cher* et *Indre*. La crétacé des environs de Vierzon (notamment à St. Genou, à Mennetou-sur-Cher) est recouvert par une formation, rappelant comme aspect l'argile à silex : riche comme elle en rognons de silex, en fossiles de divers niveaux du supra-crétacé, mais possédant une composition très différente ; elle est en effet essentiellement constituée par une variété pulvérulente d'opale. Elle est exploitée pour la céramique et pour la fabrication de la dynamite.

Dans l'Indre, il existe des gisements analogues (la Brenne), rapportés par M. de Grossouvre à l'oligocène.

L'opale de la Brenne est blanche, pulvérulente, douce au toucher; elle ressemble à de la farine. Au microscope, elle se montre constituée, dans les échantillons que j'ai examinés, par de petits grains, parfois régulièrement sphériques, offrant une structure concrétionnée. Ces grains ont de 8 à 12 μ de diamètre et sont eux-mêmes constitués par des granulations ayant en moyenne 0μ,8. La teneur en eau de cette opale (après dessication sur l'acide sulfuriqué) est de 4,7 °/₀ environ.

M. de Grossouvre a proposé récemment (*B. S. G.* I. 431. 1901) de distinguer nettement cette opale pulvérulente des véritables argiles à silex qui dérivent de la décalcification des assises crétacées et de la désigner sous le nom de *vierzonite*. Je ferai remarquer que ce nom

a été déjà employé par Bristow (*A Glossary of mineralogy*. 398. 1861), pour désigner une ocre exploitée dans le voisinage de Vierzon. C'est dans ce sens que j'ai cité ce nom p. 487 du tome I (voir à *limonite*).

En résumé, cette roche paraît être une gaize particulièrement pure qui serait presque exclusivement constituée par de l'opale pulvérulente. Peut-être doit-elle cette composition et cette structure spéciales à des altérations superficielles. Dans d'assez nombreux gisements du Cher (Vailly-sur-Audre, Allogny, Willegenou), de la *Nièvre* (Pierrefite, etc.), ces roches recouvrent de véritables gaizes cénomaniennes très analogues comme structure à celles des Ardennes.

Bourgogne. — *Yonne*. Des recherches sont faites actuellement (Peron. *Bull. Soc. Sc. Yonne*. LIV. 75. 1900) dans la Puisaye, notamment aux environs de Toucy sur des couches siliceuses analogues à celle de Vierzon. Elles se trouvent à la base du cénomanien et sont constituées par une matière blanche, farineuse renfermant environ 96 °/₀ de silice, dont près de la moitié est constituée par de l'opale : dans les échantillons que m'a communiqués M. Peron, j'ai constaté que malgré son apparente pureté, ce produit est riche en grains de glauconie et en débris de roches anciennes (tourmaline), qui accompagnent les grains de quartz et les globules d'opale.

β) Comme ciment des grès.

L'opale forme le ciment d'un grand nombre de grès ; l'attention n'est souvent attirée sur elle qu'aux affleurements dans lesquels elle est dissoute : elle met alors en liberté les fibres quartzeuses néogènes qu'elle renfermait, en même temps que les grains de quartz clastique qu'elle agglomérait (grès de l'argile à silex de la Grisière près Mâcon (*Saône-et-Loire*), par exemple). Dans d'autres cas, l'opale se concentre en nids ou amas comme dans le gisement suivant.

Plateau Central. — *Allier*. Les grès carbonifères traversés par la route de Noyant à Cosne, entre Bussière et Tortezais ont pour ciment une opale qui forme aussi des amas distincts. Elle est blanche ou d'un blanc plus ou moins jaunâtre à éclat résineux ; parfois elle est terreuse et ressemble à de l'opale nectique. Elle happe à la langue, se brise dans l'eau et d'après Guillemin (*A. M.* XIII. 321.1826) renferme normalement de 11 à 12 °/₀ d'eau et en absorbe 14 °/₀ par immersion. Sa densité est de 1,67 à sec et de 2,215 quand elle est imprégnée d'eau.

γ) Comme produit de concrétion dans les calcaires et les marnes.

L'opale est fréquente dans les formations calcaires et marneuses ; on a vu page 148 comment la concentration de cette opale, primitivement déposée sous forme de dépouilles organiques, donne naissance à des nodules qui, par cristallisation postérieure, fournissent les silex. Je n'ai donc plus ici à m'occuper que des cas dans lesquels cette quartzification secondaire ne s'est pas produite ; c'est ce qui arrive particulièrement dans les assises tertiaires et surtout dans les calcaires lagunaires ou lacustres de l'éocène et de l'oligocène.

Ces rognons siliceux amorphes se présentent sous deux aspects. Les uns ont des formes concrétionnées curieuses, leur cassure est unie, terne ou très luisante, ils sont assez impurs : c'est la *ménilite*. Les autres, souvent de plus grande taille, de forme moins régulière, constituent des variétés d'*opale résinite* qui sont extrêmement variées de couleur, et présentent parfois une structure zonaire, etc.

De même que les silex, les rognons de ménilite ou d'opale résinite peuvent renfermer des fossiles ; ils épigénisent parfois des cristaux isolés ou des agrégats de cristaux de gypse, comme cela a lieu dans les environs de Paris.

Je citerai quelques gisements caractéristiques de ces diverses formes d'opale.

Dans les assises secondaires.

Normandie. — *Orne.* La craie marneuse de la Mariette, en Saint-Jean-la-Forêt, par Courthiou à 6 km. de Bellème sur la route d'Alençon, renferme de petits nodules et des plaquettes, zonées de blanc de neige et de brun café, d'une opale légère et poreuse, très fragile. Elle est au plus haut point hydrophane (Desnoyers. *B. S. G.* 3. 424. 1832) ; une fois plongée dans l'eau ou la cire fondue, elle devient incolore et transparente. D'après un essai de Berthier, cette opale, dont je n'ai pu me procurer d'échantillon, renferme 5 °/₀ d'eau.

Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — *Seine. Seine-et-Oise.* L'opale se présente sous des formes variées dans les assises éocènes de cette région ; je l'ai

étudiée dans un mémoire antérieur (*Nouvelles Archives du Muséum*, IX. 201. 1897.)

La ménilite est une opale assez impure, constituant des concrétions à formes souvent bizarres et plus ou moins aplaties (fig. 2). Leur cassure a un éclat gras; leur couleur varie du brun (avec coloration violacée à la surface des rognons) au blanc. On les trouve à deux niveaux distincts, dans le bartonien (calcaire de Saint-Ouen), (Paris ; plaine Monceau, etc., ménilite brune) et dans le ludien (marnes feuilletées magnésiennes, situées entre la première et la deuxième masse du gypse). [Paris : Ménilmontant, Montmartre (ménilite brune). Argenteuil, Villejuif (variété blanche)].



Fig. 2.
Rognon de ménilite de Villejuif-près-Paris
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Les rognons de ménilite des calcaires de Saint-Ouen englobent souvent des fossiles (lymnées, etc.) et des pseudomorphoses de gypse. L'examen microscopique du minéral m'a montré qu'il est constitué essentiellement par de l'opale colloïde, renfermant des traînées d'argile ou de magnésite, qui expliquent la teneur en magnésie que décèlent les analyses suivantes dues à M. Damour (*B. S. M.* VII. 239. 1884).

Ménilite *a*) de Ménilmontant ; *b*) des Buttes Chaumont; *c*) de Villejuif ; *d*) d'Argenteuil ; *e*) du calcaire de Saint-Ouen ; *f*) de la plaine Monceau ; *g*) d'un échantillon trouvé dans les alluvions de la plaine d'Ablon.

SiO^2......	76,00	59,19	78,25	74,50	75,47	67,09	83,08
Al^2O^3.....	1,10	1,40	0,60	1,55	0,15	»	»
Fe^2O^3.....	2,50	6,60	0,90	0,45	0,70	0,80	1,00
MgO......	6,79	8,17	8,28	10,30	8,83	9,00	6,73
CaO......	1,40	4,10	0,76	1,22	2,89	8,20	»
CO^2.......	11,70	3,22	3,22	0,59	2,30	»	»
H^2O.......		16,40	10,44	9,60	9,50	14,50	9,20
Perte......	1,5	»	»	»	»	»	»
	99,49	99,53	99,82	98,56	99,84	99,59	100,00
Densité....	2,17	2,25	2,18	2,16	2,16	2,22	2,16 à 2,19

Dans le parc de Saint-Cloud, l'opale ne se rencontre pas seulement sous forme de rognons de ménilite, mais elle imprègne aussi des marnes riches en petits cristaux de gypse pseudomorphisés en lutécite. Ces marnes sont alors jaunes et possèdent la cassure esquilleuse de l'opale résinite.

A Ménilmontant, les rognons de ménilite se trouvent dans une argile papyracée à l'état sec, gluante à l'état humide ; une fois dégagés de leur gangue, ils présentent sur leur tranche des traces de la schistosité de celle-ci (fig. 3).

Les nodules de Villejuif sont parfois poreux à leur périphérie ; l'examen microscopique montre, que dans ce cas, ils sont originellement constitués par une interpénétration d'opale et de calcite ; celle-ci est dissoute aux affleurements plus rapidement que l'opale et laisse une sorte d'éponge siliceuse.



Fig. 3.
Rognon de ménilite de Ménilmontant (Paris), engagé dans la magnésite et offrant des traces de la schistosité de celle-ci. (*Photographie, grandeur naturelle.*)

La ménilite a été signalée pour la première fois en 1787 à Ménilmontant, par Delabre et Quinquet qui la décrivirent sous le nom de *pechstein de Mesnil-Montant* (J. P. XXXI. 219). C'est en 1797 que Delamétherie (*Théorie de la terre.* II 169) l'a désignée sous son nom actuel.

Les calcaires ludiens (équivalent lacustre du gypse parisien) renferment à Bry-sur-Marne, près Champigny (*Seine*) une autre variété d'opale étudiée par M. Jannettaz (*B. S. G.* XVIII. 673. 1861). Elle se trouve en poches ou en lits opaques, au milieu de silex. Elle se coupe au couteau tant qu'elle est dans la carrière ou dans l'eau ; par dessication, elle devient dure et cohérente, parfois pulvérulente à l'extérieur des échantillons. Maintenue dans l'atmosphère des laboratoires,

elle garde environ 5 °/₀ d'eau, mais peut être presque entièrement déshydratée sur l'acide sulfurique.

Les zones opaques que cette opale constitue dans les silex blonds, translucides, rappellent le *cacholong* des Féroë. Les échantillons que j'ai examinés sont tout à fait dépourvus de produits cristallisés. Ils sont faiblement hydrophanes.

Dans la région parisienne, l'opale forme plusieurs catégories de pseudomorphoses. Dans les rognons de ménilite de la plaine Monceau, j'ai rencontré des pseudomorphoses de gypse réduites à une cavité dans laquelle se trouvent de grandes lames translucides ou



Fig. 4.
Lame mince taillée dans un rognon d'*opale nectique* de Saint-Ouen et montrant la forme des lentilles de gypse épigénisé. (*Photographie, lumière naturelle : grossissement de 125 diamètres.*)

transparentes, constituées par de l'opale : les globules de celle-ci sont accolés et mélangés à de la calcédonite et à de la lutécite.

C'est encore à une pseudomorphose, non plus de cristaux, mais de lits de gypse qu'il faut rapporter l'*opale nectique* (*quartz, silex nectique* d'Haüy.) Elle se rencontre dans les calcaires bartoniens de St.-Ouen aux environs de Paris (St.-Ouen, etc.). Elle forme des rognons légers, flottant pendant quelque temps à la surface de l'eau. L'examen microscopique fait voir que ceux-ci sont constitués par l'accolement de petites lentilles de gypse, transformées en opale et laissant entre elles des vides (véritables flotteurs) correspondant à la calcite qui,

dans le gypse intact, moule les cristaux de gypse. Cette opale renferme 4,5 % d'eau. Au bout de quelque temps de séjour dans l'eau, l'air de ces vides est expulsé et l'échantillon cesse de flotter. La figure 4 empruntée à mon mémoire sur le gypse parisien (*Nouvelles Archives du Muséum*) représente une lame mince de l'opale nectique.

Sarthe. Des rognons de ménilite brune se rencontrent dans les marnes bartoniennes de Pruillé-le-Chétif, à 15 km.O. environ du Mans.

Oligocène.

Les calcaires saumâtres et lacustres de l'oligocène sont très riches en opale résinite et plus rarement en ménilite. L'opale résinite surtout s'y présente avec une grande variété de couleur et d'aspect qui depuis longtemps a frappé les collectionneurs de minéraux. Je dois, faute de place, me contenter de citer quelques localités caractéristiques.

Bassin de Paris. — Les calcaires de Brie (sannoisien) renferment fréquemment des rognons d'opale. On a vu plus haut que les meulières de cet âge proviennent de la décalcification de ces mêmes calcaires.

Champagne. — *Marne*. A Nesle-la-Reposte, les marnes vertes intercalées dans le calcaire de Brie, contiennent des variétés d'opale que Leymerie a désignées sous le nom de *neslite* (*Stat. min. de l'Aube*, 1846. 116). Les unes forment des rognons blancs, grisâtres, vert clair ou nankin, à cassure lisse et conchoide et à éclat un peu luisant, avec faible translucidité sur les bords; les autres sont blanches, légères et happent à la langue ou sont même pulvérulentes. Ces diverses variétés se rencontrent dans le même échantillon, qui a ainsi du centre à la périphérie, l'aspect de la ménilite et du cacholong. J'ai examiné des échantillons originels de la collection de Leymerie (Faculté des Sciences de Toulouse), que m'a communiqués M. Caralp et d'autres offerts jadis au Muséum par Leymerie. Ils répondent bien à la description donnée par ce savant; ils sont faiblement hydrophanes.

Les calcaires lacustres aquitaniens (calcaire de Beauce) sont en général siliceux et dans beaucoup de localités des environs de Paris, donnent des meulières par leur décalcification; dans d'autres, ils renferment des rognons d'opale résinite, parfois semi-translucides, quelquefois zonés et offrant des couleurs très variées. Voici quelques autres localités françaises à citer à cet égard.

Loiret. La Chapelle St. Mesmin et Chaingy, près Orléans (opale résinite blanche, grise, verte, brune et hydrophane, etc.).

Loir-et-Cher. Chambord, etc.

Indre-et-Loire. La Chaume, etc.

Vienne. Chatellerault,etc.

Berry. — *Cher.* Les calcaires de Quincy, près Mehun sur Yèvre (*sannoisien*) sont, on l'a vu tome I, pl. 459, colorés en rose par une variété de magnésite qui a été appelée *quincyte* ; celle-ci est accompagnée de rognons d'une opale d'un rose carmin vif, d'une magnifique couleur, malheureusement distribuée d'une façon irrégulière ; c'est une véritable pierre précieuse.

Je citerai ici, bien que leur âge ne soit pas certainement oligocène, les gisements dc limonite pisolitique du Berri. Les argiles qui leur servent de gangue sont souvent riches en opale. J'ai observé notamment des échantillons donnés comme silex nectique et provenant de Dun-le-Roi. Ils sont blancs, légers, happent à la langue. Au microscope, on voit qu'ils sont constitués par de l'opale renfermant de très nombreux petits grains de calcite.

Cévennes. — *Gard.* La magnésite de Salinelles renferme des rognons de ménilite.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le petit bassin oligocène de l'Emblavès près le Puy renferme, surtout à sa partie moyenne, des concrétions d'opale affectant les formes bizarres et l'aspect de la ménilite; elles sont surtout abondantes à Glavenas entre Mazères et Yssingeaux (*dragées de Glavenas*). Les nombreux échantillons que je dois à l'obligeance de M. Vernière sont blancs et leur aspect rappelle celui de la ménilite de Villejuif; ces nodules sont distribués au milieu d'argiles blanches en trainées parallèles aux couches. Dans d'autres gisements (Saint-Pierre-Eynac (avec empreintes végétales), Recours), l'opale prend la forme résinite de diverses couleurs, alors qu'ailleurs (Alibert, Jabruzac), elle n'est pas aussi individualisée et reste distribuée inégalement dans des calcaires siliceux rubanés qui forment des lits minces au milieu d'argile. M. Termier a attribué la formation de ces opales résinites (*B. C. F.* II. 24 1890), à l'action des phonolites voisines, alors que M. Boule y voit une formation normale à comparer à celle des autres gisements cités plus haut.

L'opale résinite de Saint-Pierre Eynac mérite une mention spéciale :

j'y ai observé, au milieu d'une masse d'un gris jaunâtre opaque, des veinules d'un brun ambré, transparentes ou fortement translucides. rappelant les variétés les plus pures de Gergovia.

Cantal. L'oligocène du Cantal, et particulièrement celui du bassin d'Aurillac, renferme au milieu de bancs de calcaire marneux (tongrien à *Potamides Lamarcki*) des rognons de silex, de ménilite et d'une opale résinite qui présente une grande variété d'aspect ; à Thiézac, on rencontre des types noirs offrant une certaine analogie de caractères extérieurs avec des obsidiennes. A citer aussi le Puy Courny.

Puy-de-Dôme. Les concrétions de ménilite sont abondantes dans les calcaires à *hélix* de la Limagne. On peut citer : Gergovia, Gandaillat et les Côtes près de Clermont, le Puy-de-Mur près Mezel, Beauregard-l'Évêque, Pont-du-Château, Romagnat, le puy Saint-Romain, la butte de Montpensier près Aigueperse, etc. Au puy Pilaire près Vertaizon, des blocs d'opale brune, translucide, renferment des *helix Ramondi*, et parfois des *hydrobia Dubuissoni* transformés en opale. Les cavités de ces rognons sont tapissées d'enduits mamelonnés d'hyalite transparente, incolore et souvent opalescente.

Miocène.

Algérie. — *Oran.* M. Gentil m'a signalé des rognons de ménilite dans le miocène supérieur du Sahel d'Oran (dans argiles et dans couches à randannite, etc.).

δ) Comme épigénies de bois fossiles.

On a vu, page 154, que les troncs d'arbres silicifiés sont généralement constitués par du quartz ou par ses variétés cryptocristallines.

Il est probable que dans la plupart des cas, sinon dans tous, la silice a tout d'abord incrusté ces végétaux à l'état d'opale. Dans quelques gisements, la transformation de cette opale en quartz ne s'est pas effectuée ou n'est pas achevée ; tel est le cas des bois fossiles de la brèche andésitique du pliocène du *Cantal* (la Bastide en haut de la vallée de Fontanges, vallée du Falgoux, le Pas de la Magudo près de Vic-sur-Cère, environs de Murat, etc.), du crétacé du *Gard*, des formations récentes[1] de la *Martinique* et de la *Guadeloupe*, etc.

1. Ils sont associés à de belles opales jaspoïdes d'un rouge sanguin.

MALACON

(Si,Zr)O^2, n H^2O

Amorphe.

Parmi les produits de décomposition du zircon dont il a été question plus haut, il en est un, le malacon qui se rencontre dans quelques gisements français. C'est un minéral colloïde renfermant parfois des fragments intacts de zircon. Le malacon peut être considéré comme une sorte d'opale du zircon, mais toujours formée par décomposition de celui-ci.

Faciès. Le malacon possède la forme du zircon (fig. 1).

Dureté. 6,5.

Densité. 3,90 à 4,05, 4,047 (La Vilate).

Coloration et éclat. Gris, brun cannelle. Éclat vitreux, résineux ou terreux, poussière incolore ou rougeâtre. En lames minces, le malacon est translucide et présente une structure zonaire.

Composition chimique. Les analyses suivantes ont été faites par M. Damour sur le malacon de la Vilate (*A. C. P.* XXIV. 87. 1848).

SiO^2.....	31,23	30,87
ZrO^2.....	61,70	61,17
Fe^2O^3....	2,91	3,67
CaO......	»	0,08
MnO	»	0,14
H^2O......	3,29	3,09
	99,13	99,02

Essais pyrognostiques. Infusible; dans le tube, donne un peu d'eau avant calcination; est décomposé par l'acide sulfurique concentré et bouillant. Les autres réactions sont celles du zircon.

Diagnostic. Se distingue du zircon par l'eau qu'il renferme, par la facilité de son attaque par l'acide sulfurique; par sa monoréfringence; se différencie de la thorite par sa résistance à l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le malacon se forme aux dépens du zircon dans des roches granitiques; des minéraux analogues se rencontrent dans les syénites néphéli-

niques. Tous les gisements français du minéral se trouvent dans les premières de ces roches.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* C'est dans la carrière de la Vilate près Chanteloube (voir t. II, p. 80) qu'Alluaud a découvert les échantillons de malacon décrits par MM. Damour et Des Cloizeaux (*A. M.* XXIV. 87. 1848). Ce minéral forme de petites plaques d'un brun cannelle accolées à des cristaux de niobite ou enchevêtrées au milieu d'eux : elles ont rarement plus de 4mm ; leur surface offre souvent des formes distinctes appartenant à des cristaux enchevêtrés dont les faces et les arêtes sont le plus généralement arrondies. La forme dominante est $b^{1/2}$ (111) avec de petites facettes h^1 (100) et a_3 (311) (fig. 1) : elle correspond donc aux types III du zircon. Les mesures sont difficiles par suite du mauvais état des faces.

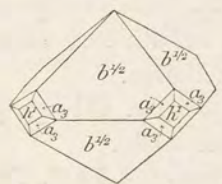


Fig. 1.
Malacon de la Vilate.

Le zircon intact ne se trouve pas en cristaux macroscopiques dans ce gisement.

J'ai observé le malacon en petits grains à cassure cireuse d'un jaune orangé dans la lépidolite de la carrière de la Chèze près Ambazac; un cristal a pu être isolé et mesuré, il offre la forme $b^{1/2}$ (111), avec de petites facettes h^1 (100).

Corse. — J'ai rencontré dans la granulite à riebeckite du sentier allant d'Evisa à Ota (voir I, p. 696) des cristaux de malacon se montrant très zonés dans les lames minces.

GROUPE DU DIASPORE

Ce groupe renferme les minéraux suivants :

Diaspore.....	AlO (OH) = $Al^2 O^3, H^2O$
Gœthite.....	FeO (OH) = $Fe^2 O^3, H^2O$
Manganite...	MnO (OH) = $Mn^2 O^3, H^2O$

Tous trois sont orthorhombiques et présentent des formes voisines.

DIASPORE

AlO (OH)

Orthorhombique : $mm = 93°43'$.

$b : h = 1000 : 440,608$. $D = 729,640$. $d = 683,833$.

$[a : b : c = 0,93722 : 1 : 0,60387$ (Kokscharoff)].

Formes et faciès. Le diaspore se trouve généralement en cristaux allongés suivant l'axe vertical et le plus souvent aplatis suivant g^1 (010). Dans l'unique gisement décrit plus loin, la forme des cristaux est indistincte ; ce minéral se présente le plus souvent en masses lamellaires.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, net suivant h^3 (210). Cassure conchoïdale.

Dureté. 6,5 à 7. Très fragile.

Densité. 3,3 à 3,5.

Coloration et éclat. Coloration très variable. Incolore, blanc, gris, gris vert, jaune, brun violet, bleuâtre.

Éclat brillant, vitreux ; sur les lames de clivage, éclat nacré. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage g^1 (010), bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion faible, avec $\rho < v$.

$$n_g = 1,750 \text{ (ML et Lx) Na}$$
$$n_m = 1,722$$
$$n_p = 1,702$$
$$n_g - n_p = 0,048$$
$$2V = 84°20' \text{ (Dx) Na.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les cristaux un peu épais.

Composition chimique. La formule AlO (OH) = Al^2O^3,H^2O correspond à la composition :

Al^2O^3	85,0
H^2O..... ..	15,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube décrépite et donne de petites écailles blanches opaques à éclat nacré ; ne dégage de l'eau qu'à très haute température. Infusible au chalumeau, donne avec l'azotate de cobalt une coloration bleu foncé.

Inattaquable par les acides ; décomposé par l'acide sulfurique après calcination.

Diagnostic. De tous les minéraux lamelleux, le diaspore se distingue par sa résistance à l'action des acides, sa dureté, sa densité et les propriétés optiques de ses lames de clivage (notamment sa haute biréfringence et le parallélisme au plan des axes optiques).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le diaspore accompagne le corindon dans plusieurs de ses gisements et notamment dans ceux qui se trouvent au milieu des calcaires métamorphiques. On le trouve plus rarement dans des roches volcaniques associé à de l'alunite, dans les syénites néphéliniques et enfin dans les schistes cristallins ; c'est dans ces dernières roches qu'il existe en France.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. J'ai signalé (*B. S. M.* XII. 7. 1890) le diaspore dans les enclaves gneissiques des tufs de labradorite de Bournac, au N.-O. du Mézenc ; depuis lors, j'ai pu en étudier de nouveaux échantillons, grâce à l'obligeance de M. Vernière.

Le diaspore forme de petits cristaux atteignant 1mm,5 dans une leptynite grenatifère dont les blocs abondent au milieu des tufs volcaniques, notamment à l'Est du village (au pied du plateau coté 1178^{m} sur la carte d'État major). Ces enclaves de leptynites qui atteignent parfois 0^{m}50 de diamètre, ont une teneur en diaspore très variable. Ce sont des roches à grains fins, essentiellement formées de felspath (orthose, oligoclase) et de quartz, avec du grenat almandin rose clair ; celui-ci est très irrégulièrement distribué dans des lits parallèles. Des minéraux accessoires : diaspore, rutile aciculaire, graphite, sont généralement localisés dans quelques-uns d'entre eux et peuvent devenir très abondants. Quelques blocs très friables sont presque exclusivement composés par du grenat et du diaspore.

Le diaspore de Bournac constitue des cristaux sans formes nettes, allongés suivant l'axe vertical ; son clivage g^1 (010) éclatant se distingue nettement sur la cassure fraîche de la roche. La couleur du

minéral est d'un bleu très pâle ; des recherches attentives ne m'ont pas fait trouver de corindon dans cette leptynite qui, jusqu'à présent, n'a pas été rencontrée en place.

Les enclaves de leptynite englobées par la lave ont été fondues et le diaspore se rencontre parfois en cristaux décapés au milieu de la labradorite.

BAUXITE

Le nom de bauxite[1] a été donné à un hydrate d'alumine analysé par Berthier (*A. M.* VI. 531. 1821) et trouvé pour la première fois aux Baux près d'Arles. Depuis lors, cette substance a été rencontrée dans un grand nombre de gisements et elle a pris une valeur économique grâce à son emploi comme minerai d'aluminium.

La bauxite est considérée actuellement comme un minéral à composition définie auquel on attribue soit la formule $Al^2O^3, 2H^2O = Al^2O[OH]^4$, c'est-à-dire celle de la xanthosidérite, soit Al^2O^3, $H^2O = AlO[OH]$, c'est-à-dire celle du diaspore ; la composition d'une de ses variétés, la *wocheinite*, correspond à la formule de l'hydrargillite Al^2O^3, $3H^2O = Al(OH)^3$, il en est de même pour une bauxite de la Guyane ; une proportion souvent considérable d'alumine peut être remplacée par du fer.

L'examen d'un très grand nombre d'analyses de bauxites françaises montre que ce minéral est très rarement pur. Quand il renferme son minimum d'impuretés, il se rapproche plus de la composition du diaspore que de toute autre. Mais dans le cas le plus général, il existe une quantité souvent considérable de silice, existant probablement à l'état de silicate d'alumine hydraté de composition inconnue, de telle sorte qu'il n'est pas possible de calculer la véritable formule du produit.

D'autre part, l'examen microscopique des bauxites françaises fait voir que ces substances sont absolument colloïdes. Aussi me semble-t-il difficile de considérer la bauxite comme un minéral défini, il est bien plus probable que les produits désignés sous ce nom sont constitués suivant les cas par divers hydroxydes d'alumine colloïdes, mélangés à des hydrates correspondants de fer et à diverses impuretés, argile, sable quartzeux, etc. C'est en réalité une véritable roche.

1. Berthier avait désigné le minéral sous le nom d'« *alumine hydratée des Beaux* ». Dufrénoy l'a appelé *beauxite* (*Minéral.* III. 799. 1837). L'orthographe correcte (*bauxite*) a été donnée par H. Sainte Claire Deville (*A. C. P.* LXI. 309. 1861).

Notons enfin qu'au point de vue chimique, la bauxite renferme une petite quantité de titane non individualisé sous forme minéralogique[1] et pouvant atteindre 4 %. H. Sainte Claire Deville y a signalé en outre des traces de vanadium (0,0009 de V^2O^5 dans la bauxite de Revest) et des traces de P^2O^5.

La bauxite a une valeur industrielle comme minerai d'aluminium, quand elle ne renferme pas trop d'impuretés (SiO^2 ou Fe^2O^3). Il en existe deux variétés commerciales, l'une blanche, l'autre rouge.

Les bauxites riches en fer passent à des minerais de fer en grains (limonite) sur lesquels des tentatives d'exploitation ont été faites ; les rognons ferrugineux de la latérite (voir p. 345) sont également exploités pour le même objet.

Formes et faciès. La bauxite constitue des masses compactes ou terreuses à faciès ordinairement argileux. Elle constitue aussi, surtout dans les variétés ferrifères, des pisolites parfois creux qui sont reliés entre eux par un ciment de même nature ou par de la calcite.

Des productions pisolitiques identiques se rencontrent dans la latérite, elles ont parfois comme ciment de l'hydrargillite (voir page 363).

Densité. 2,55 environ. La densité est nécessairement très variable suivant la teneur en fer et en impuretés.

Coloration et éclat. Rarement absolument blanche comme de la craie, ordinairement blanchâtre, grisâtre, rose et rouge de diverses nuances, rouge foncé dans les variétés ferrifères. Aspect terreux. Parfois éclat un peu résineux dans la cassure (Guyane).

Composition chimique. Comme confirmation de ce qui a été dit plus haut je donne ci-contre :

a) la composition du diaspore Al^2O^3,H^2O ; *b*) celle du composé $Al^2O^3,2H^2O$ et enfin diverses analyses de bauxites prises parmi les plus pures ; *c*) rouge de Villeveyrac (*Hérault*) par M. Augé ; *d*) blanche de Villeveyrac (*Hérault*) par M. Augé ; *e*) de Thovonet (*Var*) par le même (*B. S. G.* XVI. 345 1888) ; *f*) de Villeveyrac (*Hérault*) par le même (*B. S. G.* XVI. 345 1888) ; *g* et *h*) par Moitessier (in Collot *B. S. G.* XV. 331. 1887) ; *i*) d'Allauch par H. Sainte Claire Deville (*A. P. C.* LXI. 309. 1861), l'alumine renferme du TiO^2 ; *j*) du fer pisolitique alumineux du Paradou.

1. Deville a bien signalé un résidu de rutile et de corindon insoluble dans les acides ; mais je n'ai pas observé ces minéraux dans les échantillons titanifères que j'ai étudiés.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	
Al^2O^3.......	85,0	73,9	65,00	66,50	69,30	76,90	78,10	43,20	55,40	18
Fe^2O^3.......	»	»	17,60	2,10	12,90	0,10	1,02	7,25	24,80	60
TiO^2........	»	»	1,50	1,20	3.40	4,00	»	»	3,20	»
SiO^2........	»	»	1,90	15,80	0,30	2,20	5,78	34,40	4,80	4
$CaCO^3$......	»	»	»	»	»	»	»	»	0,20	»
H^2O.........	15,0	26,1	14,00	15,20	14,10	15,80	15,10	15,15	11,60	18
	100,0	100,0	100,00	100,80	100,00	99,00	100,00	100,00	100,00	100

Essais pyrognostiques. Dans le tube donne de l'eau ; les autres réactions sont celles du diaspore avec cependant les réactions du fer en plus. Attaquable par les alcalis.

Diagnostic. La bauxite se distingue des argiles en ce qu'elle ne se délaye pas et ne fait pas pâte avec l'eau et en ce que le résultat de son attaque par l'acide sulfurique, évaporé à sec et repris par de l'eau, ne laisse qu'un faible résidu insoluble de silice (dû à des impuretés) ; de plus elle est attaquée par les alcalis.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bauxite forme de très vastes gisements pouvant en Provence se suivre sur plus de 40 kilomètres. De nombreuses discussions ont eu lieu sur l'âge et le mode de formation de la bauxite.

Au sujet de l'âge, M. Collot a établi (*B. S. G.* XV. 331. 1887) qu'en Provence la bauxite est intercalée entre les calcaires urgoniens et le cénomanien, occupant une lacune constituée par l'absence de l'aptien supérieur et de l'albien. A Villeveyrac (*Hérault*), elle se trouve sur les calcaires jurassiques supérieurs corrodés, elle est recouverte par l'albien. Dans l'Ariège, au Pech de Foix, on l'observe sur la dolomie jurassique et elle est recouverte par le calcaire à *Toucasia*. M. Collot a recueilli des galets de bauxite dans les couches superposées à la bauxite, celle-ci n'est donc pas postérieure au dépôt des couches.

Il est important de constater que partout où la bauxite a été rencontrée dans le Sud de la France, sa présence coïncide avec une lacune stratigraphique. Sa formation est contemporaine d'une période d'émersion.

Au sujet de l'origine de la bauxite, beaucoup d'auteurs ont admis une hypothèse hydrothermale (Coquand, *B. S. G.* XXVIII. 98. 1871), ou geysérienne (M. Augé). M. Stanislas Meunier notamment, frappé de l'association constante dans le midi de la France des calcaires et de la bauxite, regarde celle-ci comme produite par l'action sur les premiers

de sources riches en chlorure d'aluminium et de fer : la réaction donnerait d'une part des hydrates de ces métaux et d'une autre du chlorure de calcium enlevé grâce à sa grande solubilité.

Toute autre est l'explication de Dieulafait (*C. R.* XCIII. 804.1881). Il considère la bauxite comme produite par la décomposition de roches granitiques : elle représenterait la partie légère et facilement transportable produite par cette décomposition, alors que les éléments plus gros et intacts seraient restés à grande distance.

L'argument capital qui a été opposé autrefois à cette théorie, à savoir que la décomposition du granite donne des argiles et non des hydrates d'alumine, a perdu de sa portée depuis que l'on connaît la constitution de la *latérite*. On sait que ce nom est donné à la terre rouge qui, sous les climats tropicaux, prend naissance par la décomposition sur place des roches les plus diverses, granites, diorites, basaltes, gneiss, etc. Comme la bauxite, elle se présente tantôt sous une forme terreuse, tantôt sous une forme compacte ou pisolitique et contient de fréquentes concrétions ferrugineuses.

Il y a fort longtemps Berthier, dans sa première description de la bauxite, a comparé ce produit avec une latérite ferrugineuse du Fouta-Djalon. Tout récemment, M. Max Bauer a repris l'étude de la latérite des Seychelles (*N. J.* 163. 1898) et montré qu'elle est toujours constituée par un hydrate d'alumine et de fer, quelle que soit sa roche originelle ; elle est donc comparable à la bauxite. Quand on a soin d'éliminer les minéraux inattaqués (quartz, etc.), la composition de cet hydrate est celle de l'hydrargillite, mélangée parfois à du diaspore et toujours à des concrétions de limonite et d'hématite.

La possibilité de la formation de la bauxite par une simple décomposition atmosphérique, sans l'intervention nécessaire de phénomènes d'origine profonde, concorde bien avec les données géologiques, indiquant que les gisements de bauxite ont pris naissance dans des périodes d'émersion. Ils rapprochent le mode de formation de cette roche de celui des minerais de fer en grains auxquels elle passe si souvent.

Il reste, il est vrai, à trouver dans le midi de la France des restes de la roche originelle aux dépens de laquelle s'est formée la bauxite, mais cette difficulté n'existe pas, comme on le verra plus loin, pour les bauxites (latérites) d'Auvergne qui ont cependant servi autrefois d'arguments pour la défense de la théorie geysérienne.

Je m'occupe dans ce paragraphe des gisements de bauxite et de ceux de la latérite constitués par des produits colloïdes, et je renvoie à l'article *hydrargillite* pour les minéraux cristallisés que j'ai rencontrés dans quelques gisements de latérite.



Fig. 1.
Pisolites de bauxite englobés dans de grandes plages de calcite (structure pœcilitique) des Baux (*Bouches-du-Rhône*) (*Photographie réduite de moitié.*)

Je réserve le nom de *bauxite* (*stricto sensu*) aux roches du type de celles de le Provence et aux accidents très alumineux et souvent pisolitiques de la latérite.

J'emploie le mot de *latérite* dans son sens habituel, défini plus haut et je l'applique en outre aux roches de même composition, telles que celles du Puy-de-Dôme (altération de gneiss) et de la Hesse (altération de basaltes), dont on peut démontrer la formation aux dépens de roches silicatées en place.

a) *Bauxite.*

Les gisements français de bauxite qui sont ou ont été exploités comme minerai d'aluminium ou qui ont été seulement explorés se trouvent dans les Pyrénées, les Corbières et la Provence. Voici les principaux d'entre eux.

Pyrénées. — *Ariège.* Pereille, Payreau, Roquefixade, Le Pech de Foix (type ferrugineux avec beaux pisolites), Le Pech Saint-Sauveur, Coumetorte, Terrefort, Cadarcet, Coumeloup, Unjat, Suzan (beaux pisolites) Aillères, Clermont, La Barte, Loubersenac, Touron et Saint-Jean-de-Lescure (beaux pisolites ferrugineux), Tauregnan et le col de Bouich, etc.

Corbières. — *Hérault.* Villeneuve, Villeveyrac, (*analyses c, d* et *f*) Loupian, Balaruc, Cazouls, Pierrerac près Saint-Chinian, environs de Bédarieux (Braunhe et Boutegrosse), Argelliès, etc.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les Baux, Paradou, Fontvieille,

Maussanne, Aureilles, Eygalières et Orgon, Allauch près Marseille (*analyse i*). Aux Baux se rencontre une variété de bauxite ferrugineuse (30 °/° d'Al^2O^3) en pisolites bien calibrés, réunis par de grandes plages de calcite et constituant ainsi une belle structure pœcilitique représentée par la figure 1.

Var. Revest près Toulon, Le Luc, Thovonet, (*analyse e*) Cabasse, Vins, Brignoles, Rougiers, Mazaugues, Pourcieux, Ollières, Pourrières, le Val, Aups, Sillans, Ampas.

M. Augé m'a signalé l'existence, au milieu des bauxites rouges de ce département, de nids de bauxite blanche particulièrement pure et ayant la composition du diaspore (85 °/₀ d'alumine et 15 °/₀ d'eau.

Saintonge. — *Charente.* Au voisinage de Chasseneuil, entre les Quatre-Vents et le Petit-Madieu, Coquand a signalé (*Descr. géol. Charente*, II. 20. 1860) l'existence d'une bauxite rappelant celle des Baux (Al^2O^2 = 49, 00, Fe^2O^2 = 22,12. H^2O = 18,20, quartz = 10,68). Elle est rouge et assez résistante pour former des moellons ; elle fait partie de la formation ferrugineuse dont il est question à *limonite.*

Berri. — *Cher, Indre.* On a vu plus haut que la bauxite des Baux passe à un véritable minerai de fer ; inversement certains minerais de fer en grains, et notamment ceux du Berri sont souvent riches en alumine, pouvant atteindre 23 °/₀, avec 11 °/₀ de silice, ce qui implique l'existence d'alumine libre et un passage à la bauxite.

b) *Latérite.*

J'ai examiné un assez grand nombre d'échantillons de latérite provenant de *Madagascar*, du *Sénégal*, du *Soudan*, du *Congo.* Ils se présentent sous la forme classique, tantôt en masses compactes et terreuses, rouges ou jaunes, tantôt en concrétions rouges, souvent pisolitiques et renfermant parfois (Guinée française) de petites poches de bauxite blanche, des rognons de limonite fibreuse. Dans quelques gisements, il existe aussi des roches à structure concrétionnée renfermant des enduits d'hydrargillite. Ces latérites sont parfois remaniées par les eaux : celles-ci classent les éléments non altérés et donnent des roches rappelant plus la bauxite que la laté:ite restée *in situ* qui montre parfois encore la structure de la roche originelle. (Pour les analyses de latérite de Madagascar, voir Müntz. *C. R.* CXXXII. 1203. 1901).

Guyane. — La latérite de la Guyane renferme assez fréquemment

comme accident une variété de bauxite rappelant celle de Provence. Elle consiste en pisolites, pressés les uns contre les autres et réunis par un ciment d'un rouge plus pâle ; ils ont une cassure un peu résineuse. La roche présente une grande dureté.

La bauxite a été signalée pour la première fois par M. Stanislas Meunier (*C. R.* LXXIV. 633, 1872) à la pointe du Diamant. M. Jannettaz a décrit depuis (*B. S. M.* 1. 70. 1878) une bauxite blanche, constituant des masses globulaires qui dépassent la grosseur du poing ; elles sont en partie pisolitiques et en partie compactes. Ces échantillons étaient accompagnés d'autres très ferrugineux, renfermant 68 °/₀ de fer et seulement 12 °/₀ d'alumine. Tous ces produits que j'ai examinés en lames minces sont colloïdes, mais renferment parfois dans leurs cavités de l'hydrargillite dont il sera question plus loin.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La bauxite indiquée par M. Augé (*B. S. G.* XVI. 345. 1887) dans les environs de Madriat doit être tout à fait identifiée avec la bauxite. Elle s'observe notamment sur le pourtour du plateau basaltique d'Apchat, entre Saghat et Saint-Gervozy et autour du plateau basaltique de Mareuges, du Fromental, jusqu'à Bard, par Letz, Madriat, La Brugère. A l'inverse de ce qui a lieu pour les gisements de bauxite du Midi de la France, cette roche ne se trouve pas sur des calcaires, mais sur un substratum de gneiss, et ce fait a conduit M. Augé à combattre la théorie chimique de M. Stan. Meunier qui nécessite l'existence de calcaires. Il admet que la bauxite est le résultat d'une action geysérienne et il appuie sa théorie sur une soi-disante production de bauxite dans les geysers du Yellowstone Park. M. R. L. Packard, en rappelant cette observation (*Min. Ress. of the Unit. States.* 1898. 148), a fait remarquer que l'analogie supposée entre les geysers et la production de la bauxite repose sur une méprise, la bauxite n'existant point parmi les produits geysériens du Yellowstone Park. Il suggère la probabilité d'une origine analogue à celle de la bauxite de la Hesse, c'est-à-dire une production par l'altération des basaltes qui entourent le gisement de Madriat.

L'examen de la question me conduit à rejeter cette dernière opinion, tout comme la précédente. La latérite de Madriat, qui renferme 47 °/₀ d'alumine soluble dans les alcalis (essai fait par M. Bouhard), est une roche rouge poreuse, produite par l'altération sur place du gneiss qu'elle recouvre. Il est facile en effet de suivre au microscope tous les stades possibles d'altération, depuis le gneiss intact jusqu'à la roche

colloïde, ne renfermant plus, comme minéral ancien, que des grains de quartz non roulés. Il n'existe aucun produit néogène cristallisé. La silice éliminée des silicates s'est concentrée en rognons d'opale rouge.

L'existence au milieu de cette bauxite de poches et de filonnets d'alunite montre que des phénomènes solfatariens ont existé dans cette région, mais ils ne me semblent pas être la cause efficiente du phénomène de latéritisation, ils s'y sont seulement superposés. Quant au basalte, il n'est pour rien dans cette formation minérale.

Dans un travail en cours de publication, M. Giraud montre (*B. C. F.* XIII. 1902) que cette formation, là où elle n'a pas été remaniée par ruissellement superficiel, est recouverte par les argiles sableuses de l'oligocène, qui en renferment du reste (Letz) des galets : c'est là une nouvelle preuve de l'indépendance de cette bauxite et des basaltes.

GŒTHITE

FeO (OH)

Orthorhombique. $mm = 94°52'$.

$b : h = 1000 : 446,877$. D $= 736,448$. $d = 676,427$.
[$a : b : c = 0,9185 : 1 : 0,6068$. Phillipps].

Formes observées. m (110), g^1 (010), h^3 (210); e^1 (011); $b^{1/2}$ (111); $z = (b^{1/7} b^{1/3} g^{1/2})$ (252).

Les mesures suivantes ont été prises sur un cristal de Chaillac.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	94°52′		$b^{1/2}e^1$	150°32′30″	
mh^3	162°6′		$b^{1/2}b^{1/2}$ sur e^1	121°5′	
$^*h^3h^3$	130°40′	130°41′ Lx.	$g^1b^{1/2}$	116°51′	
mg^1	132°34′		$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	126°18′	
$^*e^1e^1$ sur p	117°30′		g^1z adj.	141°41′	
e^1g^1	121°15′		h^1z	109°59′	110°47′
$mb^{1/2}$	131°53′30″		zz	140°2′	139° env.

Faciès. Les cristaux de gœthite sont prismatiques suivant l'axe vertical et très striés parallèlement à celui-ci ; ils sont quelquefois

écailleux et alors aplatis suivant le clivage g^1 (010), plus rarement suivant h^1 (100) : ce minéral se présente aussi en masses fibreuses, fibrolamellaires ou compactes.

Le nom d'*onégite* a été donné à une gœthite très aciculaire engagée dans des cristaux de quartz. (Voir page 390, *lépidocrocite*.)

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), difficile suivant h^1 (100) Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4 à 4,4.

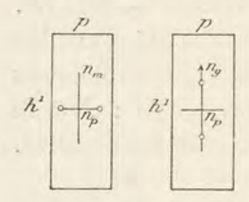


Fig. 1 et 2.
Plan des axes optiques parallèle à p (001) (rayons jaunes et verts), (fig. 1), à h^1 (100) (rayons rouges).

Coloration. Les cristaux épais sont noirs, à éclat adamantin, les autres variétés ont des couleurs variées ; les fibres ont quelquefois un éclat velouté. Poussière jaune à jaune d'ocre. Translucide en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001), pour le jaune et le vert, parallèle à h^1 (100) pour le rouge. Bissectrice aigue *négative*[1] (n_p), perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion intense $\rho < v$, rappelant celle de la brookite, mais de sens inverse.

	rouge	vert	jaune
2 E =	58°31′	67°42′	36°46′ (Pelikan).

N = 2,5 environ. $n_g - n_p = 0,134$ (Pelikan)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense : $n_m > n_p > n_g$.

c = jaune orangé clair
a = brun
b = jaune brunâtre.

Composition chimique. La formule FeO (OH) ou Fe^2O^3,H^2O correspond à la composition *a*. Il existe souvent une petite quantité de manganèse, des traces d'acide phosphorique ; *b*. Analyse de la gœthite de Rancié, par Dufrénoy (*Minér*. II. 584. 1856).

	a)[2]	*b*)
Fe^2O^3.....	89,9	89,40
H^2O......	10,1	9,10
SiO^2......	»	1,20
	100,00	99,70

1. Dans les *Minéraux des roches*, nous avons inexactement indiqué, d'après Palla, la bissectrice comme étant positive.
2. Fe = 62,9.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau en se transformant en Fe^2O^3 rouge. Pour les autres réactions, voir à *hématite*. Donne parfois les réactions de l'acide phosphorique. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Voir à *limonite* et à *hématite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gœthite se rencontre dans les gisements des autres oxydes de fer et tout particulièrement dans ceux de la limonite et de l'hématite.

1° *Dans les gisements ferrugineux.*

Pyrénées. — *Ariège*. La gœthite a été signalée par Dufrénoy dans la mine de limonite de Rancié (Voir à *lépidocrocite*).

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai observé des cristaux de gœthite tapissant des géodes de limonite d'Alban le Fraysse, ils sont trop petits pour pouvoir être mesurés avec précision; les formes $b^{1/2}$ (111), e^1 (011), m (110) et g^1 (010) sont cependant parfois distinctes.

Des houppes noires de gœthite se trouvent à la surface du quartz de la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont.

Berri. — *Indre*. J'ai étudié un très bel échantillon de gœthite provenant de La Forêt Chenier à Chaillac que m'a procuré M. Stuer. Il est constitué par un groupe divergeant de cristaux fibrolamellaires de 3 cm. 5 de longueur; il est implanté sur une géode de cristaux de quartz reposant eux-mêmes sur un calcaire. Les aiguilles se terminent à l'intérieur de la géode par quelques pointements aciculaires rappelant par leur forme les cristaux d'acmite de Norvège. Tous ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (010), présentent le prisme h^3 très brillant et sont terminés par une pyramide qui paraît être z (252).

Dauphiné. — *Isère*. Les couches de limonite de la Verpillière ont fourni de beaux échantillons de gœthite en aiguilles bacillaires de 3 centimètres de longueur ou en lames associées à des cristaux de quartz et de calcite : ils se rencontrent dans les cloisons d'ammonites.

Vosges — [*Alsace*]. La gœthite cristallisée a été signalée dans les gisements d'hématite de Framont.

2° *En inclusions dans des cristaux de quartz.*

Les cristaux de quartz des gisements les plus divers (filons métalli-

fères, roches sédimentaires, etc.) renferment assez souvent des inclusions microscopiques ou macroscopiques de gœthite dont les lames ou les aiguilles d'un jaune brun sont parfois extrêmement jolies et tout à fait identiques à l'*onégite* du lac Onéga.

Dordogne. Dans l'améthyste de Saint-Martin de Fressingeas (Michel : *B. S. M.* XV. 195. 1892).

Isère. Dans le quartz hyalin des filons de sidérite d'Allevard.

Gard. Des lames de gœthite se trouvent dans ou sur les cristaux de quartz du trias d'Alzon que m'a communiqués M. de Brun.

MANGANITE

(*ACERDÈSE* [1])

MnO (OH)

Orthorhombique. $mm = 99°40'$.

$b : h = 1000 : 416{,}353$. D. $764{,}174$. $d = 645{,}029$.
$[a : b : c = 0{,}84407 : 1 : 0{,}54484$ (Haidinger)].

Formes observées, p (001) ; m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^3 (120) ; $a^{5/2}$ (205) ; $b^{1/2}$ (111).

Macles. Macles suivant e^1 (011) produites par entrecroisement ou par contact ; dans ce dernier cas, elles sont souvent plusieurs fois répétées et s'effectuent suivant l'une ou l'autre des faces e^1, de façon à donner des groupements rappelant ceux du rutile.

J'ai mesuré les angles suivants sur les cristaux d'Adervielle.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$*mm$	99°40′		$pa^{5/2}$	165°31′30″	165°38′ Lx
mh^1	139°50′		$a^{5/2}a^{5/2}$ sur p	151°3′	151°16′ Lx
mg^1	131°40′		$pb^{1/2}$	139°49′	
g^1h^3	112°53′	113°9′ Lx	pm	90°	
h^3h^3 (sur g^1)	134°14′		$b^{1/2}b^{1/2}$ sur p	99°38′	
h^1g^3	149°21′30″		$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	130°48′30″	
$*e^1\ e$	121°50′		$b^{1/2}b^{5/2}$ côté	120°54′30″	

1. Je reviens au nom de *manganite* proposé par Haidinger en 1827, et adopté à l'étranger, au lieu de celui d'*acerdèse* que Beudant n'a employé qu'en 1832.

Faciès des cristaux. Les faces de la zone verticale sont très striées parallèlement à leurs intersections mutuelles ; les cristaux sont souvent groupés en grand nombre à axes parallèles ou réunis sous forme de gerbes, de buisson ; ils constituent aussi des masses columnaires fibreuses, grenues, stalactiformes.

Clivages. Clivages parfaits suivant g^1 (010) et *m* (110). Cassure irrégulière.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 4,2 à 4,4.

Coloration et éclat. Noir de fer à noir gris d'acier. Éclat presque métallique. Poussière brun rougeâtre, inclinant vers le noir. Opaque, sauf en lames très minces qui, vues à travers g^1, se montrent brunes.

Propriétés optiques. En étudiant des lames de clivage obtenues par choc et ayant moins d'un centième de millimètre d'épaisseur, j'ai pu constater des propriétés optiques semblables à celles de la gœthite ; Plan des axes optiques parallèles à *p* (001), bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion très forte, $\rho > v$. 2 E est petit. Les plages sont de trop faible dimension pour se prêter à une mesure précise. La biréfringence est élevée.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, mais difficile à préciser, les lames orientées étant toujours parallèles au clivage g^1 et par suite peu pléochroïques ; il semble que le pléochroïsme suive la même loi que dans la gœthite avec prédominance de la couleur brune.

Composition chimique. La formule MnO (OH) ou Mn^2O^3, H^2O correspond à la composition suivante :

Mn	62,4
O.......	27,3
H^2O.....	10,3
	100,0

1. Thomson a décrit (*Outlines Mineralogy*. I. 509. 1836) sous le nom de *newkirchite* un minéral ayant les caractères extérieurs de la manganite (densité 3,824), mais renfermant d'après une analyse de Muir : MnO^2 56,30, Fe^2O^3 40,35, H^2O 6,70 = 103.35 : le minéral recouvrait une psilomélane. Je n'ai pu trouver la place en Alsace du Neukirchen d'où proviendrait ce minéral qui me paraît être un mélange physique de manganite et d'un oxyde de fer, plutôt qu'un mélange isomorphe en partie déshydraté de manganite et de gœthite. Tous les échantillons que j'ai vus dans les collections sous ce nom sont constitués par de la manganite normale.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; calcinée au contact de l'air, se transforme en MnO^2 (polianite) ; pour les autres propriétés, voir à *polianite.*

Altérations. La manganite se déshydrate fréquemment sans perdre ni sa forme, ni l'éclat de ses faces ; elle se transforme alors en MnO^2 ; on a vu page 235 que ces pseudomorphoses sont désignées sous le nom de *pyrolusite.*

Diagnostic. Parmi les minerais de manganèse, la manganite se distingue par sa forme cristalline, son clivage facile, la fréquence des agrégats fibreux ou des lamelles qu'elle constitue, la couleur de sa poussière quand elle n'est pas transformée en pyrolusite. La couleur et le dégagement de chlore par l'action de l'acide chlorhydrique et les réactions du manganèse ne permettent pas de confondre la manganite avec la gœthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La manganite est un minéral abondant, qui cependant se rencontre assez rarement en grandes masses. Elle est, dans la plupart des gisements français qui vont être décrits, plus ou moins complètement déshydratée (*pyrolusite*) et transformée en polianite.

Je la considérerai successivement :

1° Dans les gisements métallifères.

2° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans les gites exclusivement manganésifères.*

La manganite constitue à elle seule quelques filons où elle semble être le minéral primordial, mais elle résulte le plus souvent de la décomposition d'autres minéraux manganésifères moins oxydés, dialogite ou rhodonite.

J'ai joint à ces filons quelques gisements sur l'origine desquels je n'ai pas de documents suffisants et qui ne sont peut-être pas d'origine filonienne.

La manganite est parfois accompagnée de psilomélane compacte ou terreuse.

Bretagne. — *Morbihan.* Je n'ai pas de renseignements précis sur les conditions de gisements de la manganite qui remplit les fentes des micaschistes au Bec Melen à l'île de Groix. Elle constitue des masses

concrétionnées, tuberculeuses, hérissées de petits cristaux brillants, mais indéterminables. Ces cristaux sont presque complètement déshydratés (pyrolusite) et ont une poussière noire.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La manganite en partie déshydratée abonde aux affleurements des gites manganésifères silicatés et carbonatés des vallées du Louron et d'Aure. Elle se présente le plus souvent sous forme de masses terreuses, sillonnées de filets à éclat métallique. J'ai cependant observé de petits cristaux distincts à la mine de Nabias à Adervielle; ils tapissent des géodes au milieu du même minéral à structure terreuse. Il existe deux types de cristaux se trouvant dans des géodes distinctes. Les premiers, en individus de 0 cm. 5, offrent les formes h^3 (210), g^1 (010) et p (fig. 1); les faces g^1 sont parfois très petites, les faces h^3 striées verticalement.

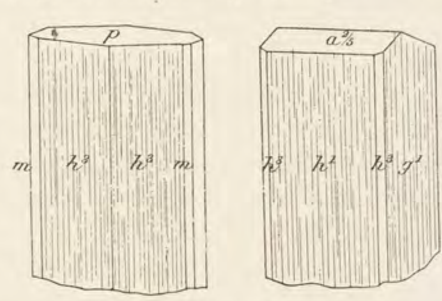


Fig. 1 et 2.
Manganite de la mine de Nabias.

Les cristaux du second type sont aplatis suivant h^1 (100); cette face est très cannelée verticalement et accompagnée de g^1 et de h^3; les cristaux sont terminés par de très petites faces brillantes $a^{5/2}$ (205) (fig. 2) et parfois p (001). Le plus souvent les cristaux de ce type ne présentent pas de terminaison distincte, ils sont arrondis et groupés en grand nombre pour constituer des croûtes fibreuses. Ces cristaux sont extrêmement fragiles et difficiles à isoler, à cause de la grande facilité du clivage g^1, perpendiculaire à leur aplatissement.

Ariège. Les parties superficielles du gisement de dialogite de las Cabesses près Riverenert (voir à *dialogite*) renferment des oxydes de manganèse qui sont ou bien de la manganite, ou bien de la pyrolusite résultant de la déshydratation de celle-ci. Parmi les échantillons que j'ai étudiés se trouvent des masses stalactiformes à structure fibro-lamellaire. Les cavités de celles-ci sont parfois hérissées de lames cristallines. Elles sont très aplaties, tranchantes, à contours arrondis, très fragiles. Leur détermination cristallographique est impossible, elles sont aplaties suivant h^1 (100) et ressemblent beaucoup aux échantillons qui, depuis quelque temps, se trouvent dans les mines de Negaunee dans le Michigan.

J'ai recueilli de petites masses cristallines fibreuses ou sphérolitiques de manganite dans le calcaire jurassique de la montée de Caussou entre le bois du Fajou et le signal de Caussou. Des recherches infructueuses ont été faites sur ce gisement qui se trouve à proximité de la lherzolite.

Corbières. — *Aude*. La mine de la Ferronnière près Arques fournit une manganite en partie déshydratée et même de la pyrolusite typique. Ces minéraux forment des masses concrétionnées à clivages fibro-lamellaires ; il est souvent possible d'en détacher les zones successives, les unes assez dures, les autres tendres, à poussière très noire, mais possédant les unes et les autres un éclat métallique très vif.

Des masses mamelonnées de manganite ont été signalées à Davejean.

Vosges. — [*Alsace*]. Les fentes des grès bigarrés de Soulz-les-Bains près Strasbourg ont fourni des agrégats de petits cristaux d'un noir bleuâtre de manganite plus ou moins transformée en pyrolusite ; ils sont très fragiles et se mettent en miettes sous la simple pression du doigt. Ce minéral est associé à de la psilomélane. Il existe dans les mêmes conditions à la base du Dreyspitze près de Greisswiller, ainsi qu'à Vieux-Thann, Bergheim, Westhalten, etc. (Voir la note page 353 concernant la *newkirchite*.)

Vosges. La collection du Muséum possède un bel échantillon indiqué comme provenant des environs de Saint-Dié et faisant partie de la collection Gillet de Laumont qui date du commencement du siècle dernier. Il est constitué par de gros cristaux cannelés et basés de manganite, associés à de la barytine ; c'est un fragment d'un nodule arrondi dépourvu de gangue, il ressemble d'une façon frappante à la manganite d'Ilefeld. Si l'indication portée sur l'étiquette est exacte, ce minéral provient sans doute de Laveline où il existe de la psilomélane.

Algérie. — *Constantine*. Des veinules de manganite en partie déshydratée se rencontrent à Gastu, à l'Est de Jemmapes, dans les schistes liguriens, à Kef-el-Aguel (au N.-N.-O. de Souk-Ahras) dans les calcaires sénoniens et enfin à la Voile Noire, au Nord-Ouest de Bône, dans les gneiss ; ces gisements ne paraissent pas avoir d'importance économique.

b) *Dans des gisements métallifères divers et en particulier dans les gisements ferrifères.*

Les gisements de manganite, de beaucoup les plus nombreux sont

les filons ferrifères oxydés résultant de la transformation de carbonates. La sidérite renferme très fréquemment, comme on le verra plus loin, du manganèse en proportion plus ou moins grande; celui-ci s'isole, sous forme de manganite, au moment de la transformation de la sidérite en limonite. De l'examen que j'ai fait d'un très grand nombre de minerais de fer manganésés, il résulte pour moi la conviction que le manganèse n'y existe pas, au moins dans la plus grande partie d'entre eux, à l'état de mélange isomorphe avec le fer dans la limonite, mais qu'il constitue de la manganite mélangée physiquement à ce minéral. Ce mélange est parfois microscopique, mais il est fort souvent facilement étudiable à l'œil nu, surtout dans les échantillons de limonite concrétionnée. D'ordinaire, on voit la limonite fibreuse implantée dans les fentes de la limonite compacte ou caverneuse et séparée d'elle par une zone de manganite à éclat métallique; les stalactites de limonite ont souvent un axe de manganite. Il n'est pas rare de rencontrer des alternances des zones de limonite et de manganite, enfin celle-ci constitue souvent aussi à la surface externe de la limonite une croûte vernissée brillante ou enfin des houppes de cristaux distincts qui viennent tapisser l'intérieur des géodes.

La manganite forme aussi dans les mêmes gisements des amas ou des filonnets indépendants, atteignant quelquefois une notable épaisseur; elle est souvent associée à de la psilomélane.

Le fait que la manganite provient bien de la sidérite est attesté non seulement par la fréquence de ce minéral dans les gîtes de fer originellement constitués par des carbonates, mais encore par son absence (au moins dans les gisements français) dans les filons de limonite résultant exclusivement de l'oxydation de sulfures.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La manganite a été trouvée autrefois dans les filons de sidérite et de panabase de Baigorry.

Ariège. La manganite plus ou moins transformée en pyrolusite se rencontre fréquemment dans la mine d'hématite de Rancié; elle s'y trouve soit intimement mélangée à la limonite, soit en filonnets ou en géodes indépendantes; les cristaux sont très lamelleux, aplatis suivant h^1 (100); leurs arêtes sont courbes et ne se prêtent pas à des mesures précises.

Pyrénées-Orientales. La manganite se présente dans les mines de fer du Canigou sous les mêmes formes qu'à Rancié (mines de Casteil, de Fillol, de Thuès); dans la concession de Fillol on a trouvé des

masses fibrolamellaires de manganite rappelant celles d'Ilefeld, elles se trouvent parfois comprises entre une gangue de limonite fibreuse et une cavité tapissée de calcite.

A Corneilla de Conflent, la manganite se trouve dans les calcaires dévoniens (griotte) en masses terreuses traversées par des veinules du même minéral à éclat métallique.

Plateau Central. — *Tarn.* De fort beaux échantillons de manganite se trouvent dans les gîtes de limonite de las Costes près Alban-le-Fraysse. Ce minéral forme des nodules concrétionnés fibro-lamellaires plutôt que fibreux ; dans des géodes se rencontrent parfois des cristaux nets présentant dans la zone verticale des faces m, h^1, g^1, h^3, cannelées, mais brillantes. Ces cristaux sont basés, ils ont une structure polysynthétique, leur pointement est formé par l'extrémité irrégulière des nombreux individus constituant l'assemblage.

Le même minéral forme des masses grenues ou lamellaires dans la psilomélane au roc Saint-Michel près du Fraysse.

La collection du Muséum possède un échantillon de quartz ferrugineux dans les géodes duquel se trouvent de beaux cristaux basés de manganite rappelant ceux d'Ilefed et provenant de Pomarède-en-Pont-de-Larn, près Mazamet.

Ardèche. La manganite a été signalée dans les gisements ferrifères de la Voulte.

Vosges. — [*Alsace.*] La manganite terreuse à éclat métallique plus ou moins déshydratée a été trouvée autrefois à Framont (Noire-Maison) ; on l'a signalée aussi en petites écailles nacrées à Sainte-Marie-aux-Mines (mines des Trois Rois et de Fluss Grube).

Alpes. — *Isère.* Les filons de sidérite de la région d'Allevard contiennent de la manganite, je n'ai vu aucun cristal déterminable dans les échantillons provenant de cette région.

Algérie. — *Oran.* La manganite se rencontre dans les gîtes de limonite du Djebel Bou-Kerou et de Bab-M'teurba (Rar-el-Maden près de Nemours). Dans ce dernier gisement, elle forme de jolies houppes de lames, non déterminables au point de vue cristallographique, dans l'intérieur de grandes géodes de limonite : cette limonite est elle-même mélangée de manganite fibrolamellaire.

Constantine. Je signalerai la manganite dans les limonites de

Mesallas à l'Ouest de Philippeville, du Djebel Soud au N.-N.-O. d'Aïn Beida, dans l'hématite de Tartara à l'Est de Guelma.

Enfin les mines de magnétite d'Aïn Mokra (Mokta-el-Hadid) ont fourni parfois des tubes creux à forme bizarre, entièrement formés de manganite parfois translucide en lames minces ; pas plus que dans les gisements similaires des Pyrénées, je n'ai pu y trouver de cristaux mesurables.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Les dendrites manganésifères qui s'observent dans les fentes de presque toutes les roches sont attribuées par la plupart des auteurs à la manganite. Je ne pense pas toutefois que cette opinion doive être acceptée sans les plus expresses réserves. Dans aucun des nombreux échantillons des gisements les plus divers que j'ai examinés, il ne m'a été possible de trouver d'évidence des formes cristallines à rapporter à celles de la manganite ; de plus, ces dendrites renferment fréquemment des quantités notables de fer, des traces de cobalt, parfois de baryum et il est bien plus probable qu'elles sont constituées par des manganites complexes du groupe de la psilomélane. La question peut du reste être presque démontrée par l'étude du gypse ludien de Paris. On y trouve en effet des dendrites, parfois associées à de petits nodules manganésifères ; ceux-ci sont formés non par de la manganite, mais par de la psilomélane. Je dis presque démontrée, parce que les deux minéraux coexistent parfois dans d'autres gisements, mais ici il paraît impossible d'établir de distinction entre les dendrites et leurs renflements.

La seule démonstration définitive devrait consister dans une analyse quantitative rigoureuse de ces dendrites, elles sont si minces qu'il ne faut pas y songer.

Maine. — *Mayenne*. Je dois à l'obligeance de M. Œhlert des échantillons de manganite provenant de la Gandonnière près Laval ; ce sont des nodules finement grenus renfermant des parties fibrolamellaires à éléments plus gros, souvent disposés à la périphérie des blocs. Ce minerai se rencontre au milieu d'une terre manganésifère remplissant des poches du calcaire carbonifère dont les assises sont presque verticales ; il est en partie déshydraté (pyrolusite). L'origine de ce minerai n'est probablement pas filonienne.

3° *Gisements incertains.*

Périgord. — *Dordogne.* J'ai vu dans plusieurs collections des échantillons de manganite portant la mention « Périgueux ». On sait que dans le commerce les minerais de manganèse des environs de Nontron et de Confolens ont été autrefois désignés sous le nom de minerais de Périgueux [1]. Il est donc possible que les échantillons en question proviennent de l'un de ces gisements, cependant tous les minéraux manganésifère de cette région, de provenance certaine, que j'ai pu étudier, sont constitués par de la *psilomélane.*

LÉPIDOCROCITE

Von Kobell a proposé de réunir, sous le nom de gœthite, les divers hydroxydes de fer cristallisés et il a été suivi par tous les minéralogistes. En étudiant les propriétés optiques de ces minéraux, j'ai constaté que les lamelles rouges de la région de Siegen, désignées sous le nom de *rubinglimmer* et les écailles rouges en groupes palmés, appelées *lépidocrocite*, possèdent des propriétés optiques différentes de celles de la gœthite, telles qu'elles sont exposées plus haut. On peut remarquer d'autre part que les analyses du rubinglimmer et de la lépidocrocite montrent en général une teneur en eau supérieure à celle exigée par la formule de la gœthite. Il me semble donc légitime de réunir tous ces minéraux en une espèce distincte que je désignerai sous le vieux nom de *lépidocrocite*. L'application des strictes règles de la nomenclature conduirait à réserver le nom de gœthite pour ces minéraux, car c'est pour la variété rubinglimmer d'Eiserfeld que Lenz, en 1806, a créé le nom de *gœthite* ; mais celui-ci est si universellement adopté aujourd'hui par tout le monde pour désigner le composé FeO(OH), dont les cristaux du Cornwall présentent les propriétés caractéristiques, qu'il me semble préférable de ne pas le détourner de son sens actuel.

1. Dans un lot de minéraux de la collection de Vibraye acheté par le Muséum, se trouve un échantillon de manganite cristallisée, avec l'indication suivante de localité : Mirambeau entre Saintes et Blaye. Cette indication est des plus douteuses, Mirambeau (*Charente-Inférieure*) se trouve dans des calcaires sédimentaires où à ma connaissance il n'a pas été rencontré de minerai de manganèse.

Orthorhombique. Formes voisines de la gœthite.

Faciès. Les cristaux d'Eiserfeld se présentent sous forme de petites écailles micacées suivant g^1 (010), bordées par les faces h^1 (100) ou m (110), $a^{1/4}$ (401) (arrondies) et $e^{1/4}$ (041). Cette variété n'existe pas en France, où ne se trouve que la lépidocrocite, fibreuse ou constituant des agrégats à structure palmée qui rappellent ceux de la muscovite palmée.

Clivages. Clivage micacé suivant g^1 (010) et clivages moins faciles suivant p (001) et h^1 (100).

Densité. 3.55 à 3.63.

Coloration et éclat. Rouge-sang, rouge cochenille, brun rouge. Poussière brun rouge. Éclat adamantin ou métallique.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques se rapprochent beaucoup de celles de la limonite, pour se différencier nettement de celles de la gœthite. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë, négative, normale au clivage g^1 (010), avec très grand écartement des axes optiques, sans dispersion anormale.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est plus intense que celui de la limonite : il se produit dans les teintes suivantes, qui se distinguent nettement de celles de la limonite quand les deux minéraux sont associés. Dans les lames un peu épaisses, on observe

$\mathbf{n}_g$ = jaune brun.
$\mathbf{n}_m$ = jaune orangé.
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair.

avec $n_g > n_m > n_p$. Le maximum d'absorption a lieu suivant l'allongement des cristaux (différence avec la gœthite et la limonite).

Composition chimique. Le tableau suivant donne la composition centésimale correspondant aux hydrates :

a) Fe^2O^3, H^2O (gœthite) ; *b*) $5Fe^2O^3$, $6H^2O$; *c*) $4Fe^2O^3$, $5H^2O$; *d*) $3Fe^2O^3$, $4H^2O$; *e*) $2Fe^2O^3$, $3H^2O$ (limonite).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
Fe^2O^3.....	89,9	88,1	87,67	86,96	85,56
H^2O......	10,1	11,9	12,33	13,04	14,44

Les analyses du *rubinglimmer* de Siegen et de la lépidocrocite publiées par von Kobell, Rammelsberg (*Miner. Chem.*) indiquent des teneurs en eau oscillant entre 11,35 et 12,68. Ces deux extrêmes cor-

respondent par conséquent aux deux analyses *b* et *c* données ci-dessus. Rammelsberg a expliqué ces différences avec la composition théorique de la gœthite par des mélanges de gœthite et de limonite. L'étude des propriétés optiques ne permet pas d'admettre cette hypothèse et il est évident qu'il existe là une espèce minérale distincte ; on ne peut guère en effet, considérer ces minéraux si transparents et à propriétés si constantes comme des limonites en partie déshydratées.

Je n'ai pas à ma disposition de matériaux, provenant de gisements français, assez dépourvus de mélange avec de la limonite pour qu'il soit possible d'en faire une analyse permettant de décider entre ces deux formules, mais j'ai pu purifier environ 0 gr. 5 de lamelles du rubinglimmer d'Eiserfeld. Mon collègue, M. Maquenne, a bien voulu y doser l'eau d'une façon précise et a obtenu 11 °/₀ d'eau recueillie, ce qui rapprocherait la composition de celle de la gœthite : de nouvelles analyses du minéral seraient désirables.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lépidocrocite se rencontre comme la gœthite dans des gisements ferrifères où elle accompagne toujours la limonite.

Maine. — *Mayenne*. La lépidocrocite sous forme de paillettes rouges, palmées, est associée à la limonite de Saint-Pierre-la-Cour.

Pyrénées. — *Ariège*. La lépidocrocite abonde dans la limonite de la mine de Rancié en Sem, près Vicdessos ; elle y constitue de petites masses ou des lits alternant avec ceux de limonite ; elle possède dans les échantillons que j'ai recueillis une belle couleur rouge métal lique et la structure palmée typique.

Pyrénées-Orientales. La lépidocrocite se trouve mélangée à la limonite des mines du Canigou sous la même forme qu'à Rancié.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. La lépidocrocite a été trouvée dans la mine de limonite de Chizeuil en Chalmoux sous des formes variées que j'ai signalées autrefois (*B. S. M.* VIII. 41. 1885) en la décrivant sous le nom de gœthite. Elle y constitue des croûtes fibreuses d'un beau rouge à éclat cuivreux ou jaune vif (avec zones successives de teintes un peu différentes) de 2 ou 3 cm. d'épaisseur. On la trouve aussi sous forme concrétionnée un peu coralloïde dont les sections montrent une structure finement fibreuse et une coloration très diffé-

rente de celle de la limonite brune du même gisement. C'est sur cette variété que sont implantés les cristaux de barytine de la variété *volnyne* décrits plus loin.

HYDRARGILLITE

$Al(OH)^3$

Monoclinique $mm = 60°50'$.

$b : h = 1000 : 968{,}890$. $D = 505{,}055$ $d = 863{,}089$.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}70890 : 1 : 1{,}91843 \text{ (Brögger).} \\ xy = 85°26'. \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), h^1 (100) m (110).

Macles. De nombreuses macles ont été signalées dans l'hydrargillite.

1° Macles suivant p (001).

2° Macles fort communes suivant un plan normal à p, faisant un angle de 119°9'30″ avec l'arête p h^1 et de 0°31'30″ avec l'arête p m (Brögger) ; les faces p et $\bar{p}$ coïncident, la zone p m de l'un des cristaux coïncide avec la zone p h^1 de l'autre.

3° Macles plus rares suivant m $(10\bar{1}0)$ $(c\bar{c} = 175°26')$ et suivant h^1 (100) $(c\bar{c} = 171°58')$.

Ces macles se combinent entre elles à la façon des macles de la péricline et de l'albite des plagioclases.

Faciès. L'hydrargillite forme rarement des cristaux distincts qui du reste n'existent pas dans les gisements décrits plus loin ; ce sont le plus souvent de petites lamelles hexagonales microscopiques. Elle constitue aussi des concrétions, des stalactites ou des enduits à structure fibro-lamellaire ; elle épigénise des feldspaths qui conservent les formes ordinaires.

Clivages. Clivage micacé suivant p (001), donnant des lames un peu flexibles ; figures de percussion semblables à celles des micas, produisant des stries perpendiculaires aux côtés de l'hexagone.

Dureté. 2,5 à 3,5 2,397 (Nouvelle-Calédonie).

Densité. 2,3 à 2,4.

Coloration et éclat. Blanche, grise, verte, jaune rougeâtre; parfois colorée en rouge par mélange avec des oxydes de fer. Éclat nacré sur les lames de clivage p (001), vitreux sur les autres faces. Aspect terreux dans quelques variétés [1]. Transparente, translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques sont variables avec les gisements. La bissectrice est *positive*. Le plan des axes est perpendiculaire à g^1 (010) à la température ordinaire, n_p coïncide avec l'orthodiagonale, n_g fait dans g^1 (010) un angle de 58°34′ avec la trace de p (rouge) $\rho > v$. Des Cloizeaux a montré les variations apportées dans ces propriétés par la chaleur ; n_g reste dans g^1, mais à partir de 56°C, le plan des axes optiques devient parallèle à g^1, avec $\rho > v$. A 26°5, le minéral est uniaxe pour les rayons bleus. Dans quelques cristaux, le plan des axes optiques est, à la température ordinaire, parallèle à g^1.

Les cristaux de Norwège sont sensiblement uniaxes. n_g fait avec l'axe vertical un angle de 69° dans l'angle obtus de $p\ h^1$ (Brögger).

M. Brögger a donné les indices suivants pour l'hydrargillite de Norvège

$$\mathbf{n}_g = 1{,}55769$$
$$\mathbf{n}_m = \mathbf{n}_p = 1{,}53476$$

La biréfringence que l'on déduit de ce nombre est $n_g - n_p = 0{,}02298$. Les mesures directes que nous avons faites, M. Michel Lévy et moi sur l'hydrargillite du Brésil donnent une valeur plus faible 0,019.

Composition chimique. La formule Al $(OH)^3 = Al^2O^3{,}3H^2O$ correspond à la composition *a*). *b*) analyse de l'hydrargillite terreuse (bauxite) de la crique Boulanger par Jannettaz (*B. S. M.* I. 70. 1878).

	a)	*b*)
Al^2O^3......	65,4	64,4
Fe^2O^3......	»	1,5
MgO.......	»	1,0
H^2O	34,6	33,5
	100,0	100,4

Essais pyrognostiques. Le minéral donne de l'eau dans le tube en devenant opaque et blanc. Infusible au chalumeau. Donne avec la solution de cobalt la couleur bleue de l'alumine. Soluble dans l'acide sulfurique.

Diagnostic. L'hydrargillite fibreuse peut être comparée à la wawellite dont elle se distingue par l'absence des réactions de l'acide phos-

1. L'hydrargillite répand une odeur argileuse sous l'haleine.

phorique (pas de coloration de la flamme au chalumeau, pas de précipité jaune par la solution molybdique).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydrargillite est un minéral secondaire que l'on trouve en cristaux distincts dans la syénite néphélinique et en masses concrétionnées dans les fentes de diverses roches décomposées, dans la latérite.

Je ne l'ai observée que dans les gisements coloniaux suivants.

1° *Dans les fentes de roches éruptives altérées.*

Nouvelle-Calédonie. Des masses concrétionnées d'hydrargillite à surface mamelonnée et à structure fibro-lamellaire, se rencontrent dans les gisements manganésifères résultant de l'altération des serpentines de l'île. De beaux échantillons pouvant rivaliser avec ceux du Brésil proviennent notamment des mines Persévérance à Monéo ; ceux que j'ai examinés sont d'un jaune ambré et intimement associés à de l'asbolite. La structure concrétionnée des deux minéraux est comparable ; ils sont constitués par des écailles concentriques, mais avec en plus, pour l'hydrargillite, une structure fibro-lamellaire. La production de ces deux espèces minérales a été souvent alternante bien que dans quelques spécimens, on les voie s'interpénétrer.

2° *Dans la latérite.*

Je n'ai rencontré l'hydrargillite dans la latérite (voir page 345) que dans les gisements suivants.

Guinée. — La latérite de la Guinée et notamment du mont Kakoulima renferme des fragments de roches, dont la structure originelle est encore distincte, bien que tous les minéraux normaux aient été transformés. Des échantillons de ce genre provenant de l'altération de gabbros et de norites, que je dois à l'obligeance du capitaine Salesses, présentent des cristaux enchevêtrés blancs, laiteux, ayant encore l'apparence de feldspaths intacts. Ceux-ci cependant sont entièrement transformés en paillettes maclées d'hydrargillite, rappelant celles décrites par M. Max Bauer dans la latérite des Seychelles et celles des basaltes du Vogelsberg et du Westerwald.

Guyane. — On a vu page 349 que d'après une analyse de M. Jannettaz, la bauxite de la latérite de la crique Boulanger (Rivière

Comté) a la composition chimique de l'hydrargillite ; les échantillons analysés que j'ai examinés sont absolument monoréfringents, mais dans quelques spécimens très ferrugineux de la même région, provenant de l'Exposition de 1900, j'ai constaté dans les fentes de bauxite pisolitique de petites géodes mamelonnées et des enduits fibreux d'hydrargillite. Dans les lames minces, ils se montrent constitués par des lamelles transparentes, présentant les macles caractéristiques de ce minéral.

GROUPE DE LA LIMONITE

Je range dans ce groupe l'hydrate de fer :

Limonite ..... $Fe^4O^3[OH]^6 = 2Fe^2O^3, 3H^2O$.

auquel il faut peut-être ajouter un autre hydrate, la xanthosidérite et un troisième dont cependant l'existence n'est pas établie d'une façon certaine et qui serait à comparer à l'hydrargillite,

Xanthosidérite . $Fe^2O[OH]^4 = Fe^2O^3, 2H^2O$.
Limnite .... $Fe(OH)^3 = Fe^2O^3, 3H^2O$.

Je désignerai en outre sous le nom de *stilpnosidérite* les variétés colloïdes à éclat de poix qui ont souvent la même teneur en eau que la limonite, mais qui sont riches en acide phosphorique d'origine organique, en silice soluble, etc.

La limonite possède des propriétés optiques qui en font une espèce minérale parfaitement définie. La limnite est colloïde et doit être considérée sans doute comme la bauxite de la limonite : il est probable du reste que comme pour les hydrates d'alumine, il existe des types variés d'hydrates de fer colloïdes.

LIMONITE

$Fe^4O^3\ (OH)^6$

Orthorhombique.

Formes et faciès. La limonite n'est pas connue en cristaux distincts, mais seulement en fibres, constituant des masses concrétion-

nées (fig. 3), mamelonnées, botroydes, stalactiformes (fig. 1) d'une infinie variété de formes. Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical et dirigées dans les stalactites normalement à leur axe morphologique (fig. 5). Elle forme aussi des masses scoriacées (fig. 4), poreuses ou compactes, parfois terreuses. Enfin, il y a lieu de signaler la fréquence des concrétions pisolitiques ou oolitiques, dont la structure microscopique est étudiée plus loin.

La structure cristalline de la limonite ne se montre, grâce aux propriétés optiques, que dans les variétés fibreuses et concrétionnées.

Clivages. Clivage h^1 (100).

Densité. 3,6 à 4.

Dureté. 5 à 5,5.

Coloration et éclat. La limonite concrétionnée et fibreuse est d'un brun plus ou moins foncé, les concrétions sont souvent extérieurement noires, à surface vernissée surtout dans les types manganésifères.

Les variétés compactes et amorphes sont quelquefois brunes ou noires à éclat de poix (*stilpnosidérite*). Certaines variétés concrétionnées et terreuses sont d'un brun jaune ou jaune d'ocre[1]. Poussière brun jaune.

Les fibres ont un éclat soyeux et métalloïde.



Fig. 1.
Limonite stalactiforme.

Transparente seulement en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage h^1. Bissectrice aiguë *négative*, perpendiculaire à g^1 (010). La dispersion $\rho > v$ est grande, mais non anormale comme celle de la gœthite. L'angle 2 V est grand.

$$N = 2,5 \text{ environ.}$$
$$n_g - n_p = 0,048 \text{ (Pelikan).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense, avec $n_m > n_g > n_p$.

1. Les *ocres jaunes* sont des argiles riches en limonite finement divisée; par leur calcination, on obtient les ocres rouges (v. page 389).

n_g = jaune orangé
n_m = jaune brun
n_p = jaune plus clair.

Composition chimique. La formule de la limonite $2Fe^2O^3, 3H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*), la formule $Fe^2O^3, 2H^2O$ (*xanthosidérite*) à la composition *b*) et la formule $Fe^2O^3, 3H^2O^3$ *limnite* à la composition *c*)[1].

d) *Analyse de la limonite de Rancié par Rivot.*

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
Fe^2O^3....	85,5	81,6	74,7	85,0
H^2O.....	14,5	18,4	25.3	13,5
SiO^2....	»	»	»	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

La limonite renferme de nombreuses impuretés quand elle ne se présente pas en fibres homogènes; elle contient alors de l'alumine, de l'acide phosphorique, des acides organiques (acide humique, etc.), de la silice (notamment dans la variété stilpnosidérite) des traces d'acide vanadique etc., sans compter les impuretés dues à des mélanges physiques avec divers minéraux (manganite, quartz), avec de l'argile, etc.

Fig. 2.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Les minerais de fer pisolitiques et oolitiques traités par l'acide chlorhydrique se dissolvent en laissant un résidu de silice gélatineuse qui conserve exactement la forme de l'échantillon attaqué.

On verra plus loin que les minerais de fer hydratés manganésifères sont constitués par des mélanges physiques de limonite et de manganite.

De nombreuses analyses de limonites françaises considérées, comme minerai, et ayant par suite un grand intérêt industriel ont été publiées par Berthier et par M. Carnot au mémoire duquel je renvoie (*A. M.* LXVIII, 5 à 163. 1890).

Essais pyrognostiques. Comme pour la *gœthite*.

Altérations. La limonite se transforme en hématite rouge par perte d'eau. Cette transformation s'observe dans des gisements nombreux, soit filoniens, soit plus souvent sédimentaires (limonite oolitique ou pisolitique). La couleur rouge intense de la poussière n'est pas une preuve de transformation complète; on trouve en effet tous les stades

1. a. Fe = 59,8 *b*. Fe = 57,1 c. Fe = 52,3.

de la déshydratation et l'on peut se demander si le minéral appelé *turgite*, *hydrohématite*) n'est pas un de ceux-là.

La formule adoptée pour la turgite par les minéralogistes qui la considèrent comme une espèce minérale distincte est $Fe^4O^5(OH)^2 = 2Fe^2O^3, H^2O$. Tous les hydrates à poudre rouge provenant des gisements français que j'ai essayés au point de vue de l'hydratation renferment plus ou moins que 5,3 °/₀ d'eau, quantité théorique exigée par la formule précitée. J'emploierai donc le mot *turgite* dans le sens d'hématite en voie de déshydratation, avec poudre rouge sans lui attribuer l'importance d'une espèce définie. La turgite décrépite violemment quand on la chauffe dans le tube.

Inversement la limonite constitue des épigénies d'un grand nombre de minéraux, soit ferrugineux (par oxydation et hydratation) (*sidérite*, *hématite*, *magnétite*, *pyroxènes*, *amphiboles*), soit dépourvus de fer (par moulage ou remplissage) (*calcite*, *barytine*, etc.).

Diagnostic. La limonite se distingue assez aisément de la gœthite, non seulement par l'absence de forme géométrique, par sa couleur et sa teneur en eau, mais encore par ses propriétés optiques : grand écartement des axes autour de la bissectrice aiguë dans la limonite, et absence de la dispersion anormale caractéristique de la gœthite, dont en outre les axes optiques sont peu écartés (voir à *lépidocrocite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La limonite est le minéral secondaire par excellence, se formant partout où un produit ferrugineux solide ou dissout peut s'oxyder. Aussi, est-ce un minéral banal qu'il n'y a lieu de suivre que dans ses gisements principaux.

Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives et métamorphiques,

2° Dans les sources thermales et les filons,

3° Dans les roches sédimentaires.

4° Comme produit d'oxydation d'objets en fer.

1° *Dans les roches éruptives et métamorphiques.*

La limonite se rencontre dans les roches éruptives et métamorphiques comme produit secondaire formé aux dépens des sulfures (eux-mêmes généralement d'origine secondaire) que renferment ces roches, ou encore comme produit d'altération ultime de leurs éléments silicatés ferrugineux.

Les roches basiques fournissent nécessairement une quantité plus grande de limonite que les roches acides. Aucun des gisements de ce genre n'a d'intérêt minéralogique ni économique, aussi je n'insisterai pas, me contentant de signaler la fréquence des rognons de limonite parfois creux (*ætite*) dans les argiles résultant de la décomposition des basaltes et de leurs tufs et les pseudomorphoses en limonite manganésifère des mamelons de *sphérosidérite*, si fréquents dans les cavités des basaltes du Plateau Central [notamment les environs du Puy (*Haute-Loire*), au Mont-Dore, etc.].

Nouvelle-Calédonie. — Des quantités considérables de limonite, mélangée d'hématite et contenant généralement une quantité plus ou moins grande de chromite (jusqu'à 5,5 °/₀ de Cr^2O^3) se trouvent dans la région méridionale de l'île : elles proviennent de la décomposition sur place des serpentines de péridotites. Placés souvent à proximité de la mer, ces gisements peuvent avoir un intérêt économique.

Dans la latérite.

On a vu page 345 que la latérite, provenant de la décomposition atmosphérique sur place dans les pays tropicaux, de toutes les roches silicatées, quelles qu'elles soient (granite, gneiss, diorite, basalte, etc.), est essentiellement constituée par un mélange d'hydroxyde d'alumine et de fer. La limonite s'y concentre très fréquemment sous forme concrétionnée, globulaire, pisolitique, tantôt assez pure (type Rancié), tantôt alumineuse, englobant fréquemment des fragments non altérés (quartz etc.) des roches originelles. Cette limonite souvent en partie déshydratée et rouge (*turgite*) constitue le minerai de fer exploité par les indigènes des régions où on la rencontre. Toutes nos colonies des pays tropicaux (*Guyane*, *Congo*, *Guinée*, *Sénégal*, *Madagascar*, etc.) présentent ce genre de minerai de fer qui n'a pas d'autre intérêt minéralogique.

Berthier a depuis longtemps appelé l'attention sur ce minerai; dans une analyse de celui du Fouta-Djalon (*A. M.* V. 129.1820), il a montré sa richesse en alumine et son analogie chimique avec celui qui accompagne la bauxite de la Provence.

2° *Dans les produits de sources thermales et dans les filons.*

a) *Dans les produits de sources thermales.*

La limonite plus ou moins impure se rencontre aux affleurements

de toutes les sources thermales ferrugineuses où elle résulte de l'oxydation des sels de protoxyde de fer. Elle se dépose sous forme de masses terreuses ou concrétionnées, parfois irisées qui ne présentent guère d'intérêt minéralogique et que je ne cite que pour mémoire.

b) *Dans les filons.*

α) Oxydation de gîtes de sidérite.

Dans presque tous les gisements, filoniens ou non, de sidérite dont il est question plus loin, au-dessus du niveau hydrostatique, ce minéral est transformé plus ou moins complètement en limonite, souvent mélangée d'un peu de gœthite, d'hématite, etc. L'altération se propage en profondeur, suivant les salbandes des filons ou la périphérie des amas; elle gagne de proche en proche le long des fentes et peut même être assez complète pour que le minéral originel ne se voie plus que sous forme de nodules ayant échappé à la transformation : souvent aussi on ne rencontre plus que des pseudomorphoses ayant gardé encore la forme rhomboédrique ou la structure de la sidérite. Mais d'ordinaire la limonite ainsi produite constitue des masses plus ou moins caverneuses ou terreuses, dans les cavités desquelles le minéral bien individualisé se présente sous forme mamelonnée et fibreuse.

Quand la sidérite originelle était manganésifère, ce qui est fréquent, le minerai oxydé est par places lui-même manganésifère. Il renferme alors de la psilomélane, de la manganite, de la ranciéite : ces minéraux sont souvent de formation entièrement postérieure à celle de la limonite fibreuse dont ils recouvrent les mamelons. Dans d'autres cas, il y a alternance dans la production de ces divers minéraux. Quant à la magnésie du carbonate, elle est d'ordinaire éliminée. Enfin des cristaux de calcite se forment comme dernier élément dans l'intérieur des géodes.

Dans un grand nombre de mines françaises, les limonites manganésifères se distinguent de celles qui ne le sont pas, en ce que la surface de leurs mamelons est noire, brillante et vernissée, alors que celle de la limonite normale est brunâtre et terne.

La lépidocrocite est parfois intimement mélangée à la limonite, surtout au voisinage de la surface des échantillons mamelonnés. L'hématite écailleuse se présente souvent aussi en petits amas au milieu de la limonite de ce genre de gisement.

Bretagne. — *Morbihan*. Un filon ferrifère traverse les schistes précambriens de la Solais près Beganne, presque normalement à leur direction ; le seul échantillon que j'ai vu est constitué par une limonite concrétionnée fibreuse du type de celle de Rancié. D'après une indication que m'a fournie M. Davy, il semble probable que le minerai de ce gisement, provient de l'oxydation de sidérite, plutôt que de pyrite ; aucun de ces deux minéraux à l'état intact n'a cependant été recueilli dans les recherches aujourd'hui abandonnées.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La limonite compacte, scoriacée ou concrétionnée et fibreuse, existe aux affleurements des filons de sidérite, signalés plus loin dans l'étude de ce minéral. De beaux échantillons ont été en particulier trouvés jadis dans les mines de Baigorry.

Ariège. La célèbre mine de Rancié se trouve sur les communes de Sem et de Lercoul près de Vicdessos ; c'est un gîte filonien de substitution, intercalé dans les calcaires dévoniens (et non liasiques qui reposent sur eux). Ce gîte est dans son ensemble constitué par un chapelet de lentilles, souvent reliées entre elles par de minces filonnets de minerai ou de terre argileuse. Les minerais se composent essentiellement de nombreuses variétés de limonite, mélangées à de l'hématite et à de la sidérite (avec galène, blende, greenokite), plus ou moins décomposée, qui constitue le minéral originel du gisement.

Au contact du minerai et du calcaire, on observe que celui-ci est corrodé profondément ; il existe généralement une salbande argileuse, et dans le calcaire une zone d'autant moins ferrugineuse que l'on se rapproche davantage du calcaire normal.

Le gisement de Rancié offre une grande analogie avec ceux d'Eisenerz en Styrie et de Hüttenberg en Carinthie, non seulement à cause de son mode de formation, mais encore par la nature des minéraux essentiels ou accessoires que l'on y rencontre.

Le type moyen de la limonite de Rancié est creusé de nombreuses cavités. Les géodes de limonite concrétionnée fibreuse de couleur brune sont fréquentes. Du côté de la limonite compacte on observe souvent une zone de manganite noire fibreuse ou de lépidocrocite, rouge palmée, à laquelle succède la limonite fibreuse, parfois elle-même recouverte par un enduit de manganite fibreuse ou de ranciéite brune à structure micacée. Plus rarement, on voit apparaître des stalactites

de psilomélane. Le dernier élément formé dans les géodes est la calcite ou plus rarement l'aragonite.

La limonite et la sidérite se trouvent aussi à Puymorens dans le gisement de magnétite dont il sera question plus loin.

Les gisements de fer de la vallée de l'Ariège (filon Saint-Pierre près les Cabanes, Urs, Luzenac, Lassur, Gudanes) sont constitués par de la limonite et par de l'hématite provenant de l'oxydation de filons de sidérite.

Pyrénées-Orientales. Les mines de fer exploitées dans le massif du Canigou sont nombreuses; elles se rencontrent dans deux districts distincts, l'un et le plus important se trouve sur le revers Nord du massif, non loin de Prades et de Villefranche de Conflent (vallée de la Tet), l'autre sur le revers Sud du Canigou (vallée du Tech) (Batère).

Dans le district de Prades, les mines sont comprises entre Nyer et Taurinya ; elles se trouvent dans les schistes et les calcaires paléozoïques, non loin de la frontière du granite et des schistes métamorphiques qui constituent le haut massif du Canigou. Le minerai forme des filons d'épaisseur variable suivant l'épaisseur des couches traversées, constituant, à la rencontre des calcaires, des amas importants qui se ramifient au milieu d'eux.

Le minerai exploité est surtout constitué par diverses variétés de limonite, renfermant parfois des nodules non transformés de sidérite manganésifère qui paraît au contraire dominer en profondeur. De la magnétite, de l'hématite micacée, de la galène, etc., se rencontrent aussi dans ces gisements. On verra plus loin que ces mines fournissent aussi de la calcite et de l'aragonite. Les principales concessions sont celles d'Escaro, d'Aytra, de Torrent, de Sahorre, du Vernet et surtout de Fillols.

On retrouve tous les types signalés à Rancié : limonite compacte scoriacée, avec belles irisations superficielles, limonite fibreuse mamelonnée ou stalactiforme, offrant les aspects les plus curieux et souvent mélangée de lépidocrocite, de manganite, etc. C'est particulièrement dans les géodes de limonite mamelonnée que se trouvent les enduits ou les masses de ranciéite.

Le district de Batère a une constitution analogue, mais la sidérite manganésifère y domine (concessions de Ballestan, de la Pinouse et de Sarrat-Mayre, de las Indis et de Rogues-Nègres, de la Tour de Batère).

Corbières. — *Aude.* Des filons de limonite ont été exploités à la

Caunette ; ils ne renferment plus que de la sidérite en profondeur. Les minerais de Salsigne ont la même origine.

Cévennes. — *Gard et Ardèche*. La limonite résultant de l'altération de la sidérite constitue une partie importante et souvent exclusive des minerais exploités dans les gisements de Bordezac, du Travers près Bessèges, de Blannaves et de Saint-Florent (*Gard*) ; de Merzelet, de Montgros, Ailhon, etc. (*Ardèche*), qui sont situés dans les calcaires dolomitiques du trias.

Plateau Central. — *Tarn*. Les mines de las Costes, près d'Alban-le-Fraysse, sont exploitées pour la limonite compacte ou poreuse, résultant de l'oxydation de sidérite un peu manganésifère, dont on rencontre fréquemment des géodes de rhomboèdres plus ou moins arrondis, entièrement transformés en limonite. Au milieu de la limonite compacte, se rencontrent des poches tapissées de limonite concrétionnée fibreuse, à surface mamelonnée et vernissée ; il existe aussi un peu de gœthite et des rognons de manganite, ainsi que de la turgite résultant de la déshydratation partielle de la limonite.

Alpes. — *Isère*. On verra plus loin que dans les filons de sidérite des environs d'Allevard, ce minéral est altéré aux affleurements et transformé soit en limonite, soit en hématite manganésifère ; l'altération s'est effectuée aussi suivant les salbandes des filons ou le long des fissures irrégulières traversant les filons eux-mêmes. Cette limonite appelée « *mine douce* » était seule exploitée dans les vieux travaux dont on trouve à chaque pas les traces dans cette région.

Algérie. — *Oran*. D'assez nombreux gisements de limonite, se trouvant au milieu des calcaires jurassiques, doivent être rapportés ici : Djebel Bou-Kerou (avec manganite) à l'Ouest de Nemours, Sidi-Yacoub au Sud de Lalla-Maghnia ; Bab-M' teurba (Rar-el-Maden) (belles géodes avec manganite) à l'Est de Nemours ; Dar-Rih, Ténikrent, Camerata, Sidi-Safi à l'Ouest de Aïn-Temouchent, etc.

Les échantillons de ces gisements que j'ai examinés se rapportent au type commun à Rancié.

Alger. Parmi les gisements ferrifères de cette région, on peut citer le Djebel Hadid, à 45 kilomètres S.-O. de Ténès (dans les calcaires tertiaires et crétacés), Gouraya et Ain-Sadouna (gangue argileuse avec sidérite en profondeur) ; Messelmoun à l'Ouest de Cherchell ; Zaccar-

R'arbi au N.-E. de Milianah (dans le néocomien) ; Bouïnan à l'Est de Blidah.

Constantine. Les gîtes de limonite sont moins nombreux dans ce département que ceux de magnétite et d'hématite ; mais dans ces derniers, la limonite existe souvent aux affleurements (Aïn-Mokra par exemple) ; on peut citer toutefois la limonite comme élément principal à Timezrit, au Sud-Ouest de Bougie dans des calcaires secondaires ; à Masallas (avec manganite), dans le gneiss ; et à Filfila, à l'Est de Philippeville (amas d'hématite, de limonite (mamelonnée fibreuse) avec magnétite dans les schistes (liguriens?) ; Fendeck dans la même région et dans les mêmes conditions ; Djebel-Soud au N.-N.-O. d'Aïn-Beida (avec manganite), etc.

Cambodge. — C'est probablement à cette catégorie de gisement qu'il y a lieu de rapporter la limonite concrétionnée fibreuse de Phnom dek (prov. de Kompong thom) ; elle affecte la forme de celle de Rancié ; elle est accompagnée de sidérite spathique.

β) Oxydation de gîtes de sulfures.

Tous les filons renfermant des sulfures ferrugineux sont, au-dessus de leur niveau hydrostatique, transformés plus ou moins complètement en limonite ; aussi serait-il oiseux de donner la liste de tous les gisements dans lesquels se rencontre ce minéral, d'autant plus que cette limonite ne présente qu'un intérêt minéralogique médiocre. Je renvoie pour cela aux articles : pyrite, marcasite, chalcopyrite, calcite. Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements pris pour exemples et présentant quelque particularité intéressante.

α) Gîtes à sulfures ferrugineux dominants.

L'oxydation des gîtes de pyrite offre un intérêt économique, car elle fournit des minerais de fer exploités. Les travaux sont du reste assez rapidement arrêtés en profondeur par la rencontre du gisement intact et l'apparition progressive des pyrites non altérées.

Cévennes. — *Gard et Ardèche.* Dans cette région il y a lieu de signaler les chapeaux d'oxydation des gîtes de pyrite de Saint-Julien de Valgalgues, du Soulier, (*Gard*) et de Soyons (*Ardèche*).

Plateau Central. — *Aveyron.* C'est peut-être à cette catégorie

de gisement qu'il faut rapporter la mine de Kaymar près Lunel qui fournit de nombreuses variétés de limonite, rappelant celles d'Alban-le-Fraysse, et particulièrement les types stalactiformes et concrétionnés, à structure fibreuse; ce minéral est accompagné de magnétite dans une gangue de quartz, avec barytine et fluorine.

Rhône. Un filon de pyrrhotite situé à Claveysolle, est superficiellement transformé en limonite caverneuse dans les cavités desquelles on rencontre souvent encore de petits fragments du minéral originel non transformé ; la limonite s'y présente aussi sous forme résineuse.

Saône-et-Loire. La mine de limonite de Chizeuil en Chalmoux, près Bourbon-Lancy exploitée il y a quelques années, est formée par le chapeau de fer d'un filon de pyrite. La limonite s'y présente avec les formes les plus variées; les types extrêmement scoriacés ressemblant souvent à de véritables scories volcaniques (fig. 4) y étaient fréquents, souvent magnifiquement irisés.



Fig. 3.
Limonite concrétionnée fibreuse de la mine de Chizeuil (*Saône-et-Loire*). (*Photographie réduite de moitié*).

On y trouve aussi les variétés concrétionnées columnaires et fibreuses, représentées par la figure 3 (teneur en eau 14, 4°/₀). La lépidocrocite fibreuse accompagne ces variétés de limonite.

Enfin la limonite scoriacée renferme de beaux cristaux de barytine qui sont parfois transformés en périmorphoses creuses de limonite.

Nièvre. Des filons, semblables à ceux de Chizeuil et ayant fourni des variétés analogues de limonite, ont été exploités à Champ-Robert en Chidde, à Arleuf, la Rochemillay ; la rencontre en profondeur de la pyrite a arrêté les travaux.

Vosges. — *Alsace.* On a vu plus haut que les filons de Framont paraissent être le résultat de l'oxydation superficielle de pyrite ; le minerai dominant est l'hématite, mais la limonite y était autrefois

exploitée à la *mine jaune*. C'est dans celle-ci que se trouvait la phénacite englobée par la limonite. Toutes les variétés habituelles stalactiformes, mamelonnées et fibreuses, compactes de limonite y ont été rencontrées.

β) Gîtes plombifères, zincifères et cuprifères.

Les gisements plombifères, zincifères et cuprifères qui sont tous plus ou moins pyriteux sont généralement très oxydés à leur partie superficielle ; il s'y développe en abondance de la limonite, dont la présence est assez constante pour que les mineurs aient depuis longtemps désigné cette zone d'oxydation sous le nom de *chapeau de fer*. La limonite formée dans ces conditions, n'a pas d'intérêt minéralogique ; elle tire son importance au point de vue où je me place ici, de ce fait qu'elle sert fréquemment de gangue à d'innombrables minéraux métalliques carbonatés (*cérusite*, *malachite*, *chessylite*), sulfatés (*anglésite*, *linarite*, etc.) arséniatés (*mimétite*, etc.), phosphatés (*pyromorphite*, etc.) formés en même temps qu'elle et dans certains cas à des minéraux tels que l'*argent* et le *cuivre natifs*, l'*embolite*, la *cérargyrite*, la *cuprite*, etc. qui ont pris naissance par des réductions plus ou moins complètes, postérieures à l'oxydation de la pyrite. La limonite de ces gisements est généralement caverneuse.



Fig. 4.
Limonite scoriacée de la mine de Chizeuil (*Photographie réduite au 1/3 environ*).

Fig. 5.
Limonite fibreuse. Section transversale d'une stalactite du type de la fig. 1.

Dans quelques mines, la limonite continue à se former dans les galeries où elle constitue des enduits ou des stalactites. Voici quelques gisements cités comme exemple :

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen

présentaient dans leurs niveaux supérieurs des masses de limonite caverneuses dans lesquelles se trouvaient de l'argent natif, de l'embolite et de la cérargyrite. D'énormes stalactites de limonite, formées d'écailles concentriques peu cohérentes ont été rencontrées aussi dans les mines de Huelgoat.

Corbières. — *Aude*. De la limonite scoriacée et concrétionnée, à irisations remarquables, a été trouvée avec chalcopyrite et calcite dans la mine de las Cabardès.

Cévennes. — *Gard*. De belles stalactites de limonite écailleuse, recouvertes de malachite et de brochantite ont été rencontrées dans la mine de zinc d'Arrigas, par M. de Brun qui a bien voulu me les communiquer.

Algérie. — *Alger*. J'ai observé de belles variétés de limonite fibreuse concrétionnée, provenant des filons cuprifères de Mouzaïa ; elles renferment dans leurs cavités des octaèdres nets de cuprite.

Nouvelle-Calédonie. — Je signalerai la limonite ocreuse jaune et scoriacée du chapeau de fer de la mine de galène Mérétrice à cause des enduits d'argent natif et surtout des magnifiques cristaux de cérusite et d'anglésite qu'elle renferme.

γ) Dans des filons ne renfermant ni carbonates, ni sulfures.

La limonite se rencontre plus rarement comme produit primaire dans des filons ne renfermant ni carbonates, ni sulfures, tel est le cas du gisement suivant :

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. On verra à l'article *romanéchite* que les filons manganésifères de Romanèche, constitués par ce minéral aux affleurements, s'appauvrissent en profondeur où bientôt ils ne sont plus constitués que par de la gœthite, de l'hématite et de la limonite. Celle-ci est soit scoriacée, soit concrétionnée, à cassure mate ou brillante. L'arséniosidérite lui est fréquemment associée , il en est de même de cristaux cubiques déformés de fluorine qui abondent surtout dans ses variétés scoriacées.

Gîtes de nature indéterminée.

Tonkin. — M. Dupouy m'a envoyé une série d'échantillons sur le

gisement desquels je n'ai pas de renseignements précis : les plus beaux d'entre eux sont concrétionnés et fibreux (type Rancié), ils proviennent de Molinham au N.-E. de Thaï-Nguyen et de Giang-Tien, au N.-O de la même localité (type manganésifère).

3° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Comme élément essentiel.*

Les minerais de fer sédimentaires sont principalement constitués par de la magnétite, de l'hématite, ou de la sidérite dans les terrains paléozoïques ; la limonite s'y trouve d'ordinaire comme produit d'altération de ces oxydes. Il est probable que cette plus grande abondance des oxydes anhydres dans les terrains anciens tient à ce que la limonite qui a pu s'y produire originellement a subi postérieurement à son dépôt un métamorphisme contemporain de celui qui a modifié les couches sédimentaires au milieu desquelles on la rencontre.

Dans les formations secondaires et tertiaires, au contraire, le minerai ferrugineux dominant est la limonite.

α) Dans les assises paléozoïques.

Silurien.

Normandie, Bretagne, Anjou. — Le niveau ferrifère exploité en Normandie entre les grès armoricains et les schistes à *Calymene* dont il a été question page 278 est quelquefois constitué par de la limonite [Bourberouge, près Mortain (*Manche*)]. Il est souvent possible de démontrer que celle-ci est le résultat de la décomposition d'hématite, de bavalite et peut-être parfois de sidérite (*Orne*, environs de la Ferrière-aux-Étangs, *Calvados*, Jucques, etc, etc. : *Morbihan*, Sainte-Brigitte, près les Salles de Rohan). Les limonites de ce niveau sont souvent phosphoreuses, riches en silice et en alumine.

Les gisements de magnétite du *Maine-et-Loire* situés dans les grès à bilobites, qui sont décrits plus loin, sont d'ordinaire superficiellement transformés en hématite, puis en limonite.

De même, il existe dans les *Côtes-du-Nord*, l'*Ille-et-Vilaine*, la *Mayenne* et la *Loire-Inférieure*, un assez grand nombre de dépôts superficiels de limonite, formant des poches dans les assises siluriennes

et paraissant résulter du remaniement postérieur de dépôts ferrifères contenus dans ces formations anciennes. La limonite est d'ordinaire schisteuse, formant parfois des rognons polis et brillants (riches en fer) dont les dimensions varient depuis celle d'un pois jusqu'à celle de la tête. Voici quelques gisements qui ont été exploités à diverses reprises et dont M. Davy nous a communiqué des échantillons :

Dans le *Morbihan*, aux environs de Fougerets (étang de Vaulaurent. et la Ville-Macé), une limonite phosphoreuse forme des lentilles, interstratifiées dans les schistes de l'étage des grès armoricains ; elle se transforme en profondeur en pyrite. Sur le prolongement de ces gisements vers le Sud-Est, se trouvent dans les mêmes conditions, les exploitations du Haut-Soudéac en Glénac, du Tertre et de la Chouannière ; le minerai originel y a été la sidérite renfermant des mouches de galène, pyrite, etc. Les mêmes particularités caractérisent le gisement de limonite, situé entre l'Oust et la Vilaine (Moulin-Bréhan, la Ferrière, Trobert, la Haillerais, etc. Ces gisements renferment au milieu de la limonite compacte terreuse ou scoriacée des géodes fibreuses du type Rancié, renfermant parfois [Saint-Pierre-la-Cour (*Mayenne*)] de la lépidocrocite.

Dans la *Loire-Inférieure*. Rougé, à 10 km. de Chateaubriant.

Dans le *Maine-et-Loire*. Les gisements de limonite situés entre Loiré et Augué sont identiques aux précédents (avec sidérite).

Dévonien.

Bretagne. — *Finistère*. Des couches de limonite compacte ou concrétionnée ont été exploitées autrefois à la base des grès blancs dévoniens de Landévennec (Kervalac-Lei, Saint-Maudez au Sud de Huelgoat, le Poulmic, Penform, Rosnoën, Tregarvan).

β) Dans les assises secondaires.

Les minerais de limonite oolitique se rencontrent particulièrement dans les assises secondaires ; les plus importants des gisements exploités en France se trouvent dans le lias supérieur, mais d'autres qui ne sont pas sans intérêt économique, sont dans l'infra-lias, le médio-jurassique, le supra-jurassique et dans l'infra-crétacé.

Ces minerais sont essentiellement constitués par des oolites de limonite ayant en moyenne la grosseur d'un grain de millet. Ils sont

jaunes ou bruns, globuleux, ovoïdes ou aplatis. Ils sont disséminés soit dans des calcaires, soit dans des marnes calcaires.

Dans quelques gisements, les oolites sont d'un noir bleuâtre, ou vertes (*Meurthe-et-Moselle*) [*Lorraine*] et sont constituées par de la *berthiérine*; elles sont plus rarement noires, brillantes et contiennent de la titanomagnétite qui leur donne la propriété d'être magnétiques. Dans les gisements (Hayanges [*Lorraine*], Aumetz, Narcy) où se rencontrent ces grains noirs ou bleuâtres, on trouve leur passage aux oolites jaunes; ce fait que j'ai signalé déjà (tome I, page 402), au sujet de la berthiérine, me paraît avoir une importance capitale au sujet de l'origine de la limonite de ces gisements.

Si, en effet, on examine des lames minces taillées dans les minerais de limonite oolitique ou de berthiérine, on constate la même structure. Dans les deux cas, ces oolites sont constituées par des couches concentriques de limonite ou de berthiérine verte ; la structure rappelle celle des grains d'amidon (voir tome I, p. 402, fig. 2). Les oolites se sont formées autour d'un grain de quartz, d'un fragment d'origine organique (bryozoaire, spongiaire, débris de coquilles, etc.). Quand on traite par l'acide chlorhydrique l'une ou l'autre de ces catégories d'oolites, le minéral s'attaque et laisse un squelette de silice gélatineuse conservant la forme de l'oolite. M. Bleicher y a signalé en outre de la matière organique.

Les minerais oolitiques renferment non seulement de la silice, mais de l'alumine, existant parfois en plus grande quantité que celle-ci. Ils sont souvent en outre un peu manganésifères et phosphoreux; ils peuvent contenir des traces de vanadium (Mazenay), de chrome, de zinc, etc.

Des hypothèses nombreuses ont été proposées pour expliquer la formation des minerais de fer oolitiques.

D'après les unes, les oolites ferrugineuses seraient contemporaines des couches ; mais les procédés imaginés pour expliquer leur genèse sont variés. L'idée la plus simple, et qui paraît la plus vraisemblable, tient compte du caractère littoral des assises renfermant la limonite oolitique, et consiste à regarder celle-ci comme formée par sédimentation, grâce à la précipitation dans les eaux de la mer des sels solubles de fer venant de la terre ferme. M. Rolland a récemment défendu cette théorie au sujet des minerais de la Lorraine (*C. R.* CXXXII, 444, 1901) : elle est en opposition avec celle de M. Villain (*Bull. Soc. indus. de l'Est*, 1900), qui considère le fer comme ayant été apporté (à l'état de carbonate)

dans les mers secondaires par des sources thermales; celles-ci auraient cheminé dans des failles nourricières dont il a cherché à tracer les directions, failles que M. Rolland considère comme postérieures au dépôt des couches ferrifères et ne pouvant par suite servir à les expliquer.

La seconde catégorie de théories attribue une origine secondaire aux dépôts ferrifères; ceux-ci seraient le résultat d'un phénomène d'épigénie. Cette origine admise par plusieurs géologues allemands pour expliquer les gisements de la Lorraine et du Luxembourg a été récemment attribuée à quelques-uns de ceux qui vont être passés en revue plus loin.

M. Stanislas Meunier (*C. R.* CXXXII. 1008. 1901) regarde le minerai de fer de Lorraine comme le résultat de la transformation sur place, sans altération de structure, de couches antérieurement calcaires. Des solutions ferrugineuses auraient imbibé ces calcaires et transformé des oolites calcaires, (formées par concrétion) en sidérite, plus tard oxydée et changée en limonite : l'aplatissement fréquent des oolites serait le résultat d'une contraction due à la densité de la sidérite, plus forte que celle de la calcite. M. Camusat qui a surtout étudié le gisement de Mazenay (*Saône-et-Loire*). (*C. R. Congrès soc. scient. Nancy*, 1901. 190) considère aussi le minerai de ce gisement comme d'origine métamorphique. Il serait dû, d'après lui, à une dissolution souterraine qui aurait concentré le fer existant normalement dans le sédiment et apporté en outre du fer enlevé aux roches de couverture.

Je suis surtout frappé de l'identité de structure que présentent (oolites mises à part), dans une même localité, les calcaires extrêmement riches en oolites ferrugineuses et ceux qui en renferment peu et qui passent à des calcaires n'en renfermant pas : cette identité me semble incompatible avec une transformation aussi radicale que celle qui devrait être la conséquence de l'apport postérieur, par un procédé quelconque, de la quantité de fer nécessaire à la production des minerais oolitiques. On comprend très bien que des calcaires puissent être épigénisés en bloc en produits ferrugineux (voir à *romanéchite*); mais l'élection du fer dans une partie seulement des éléments de la roche est plus difficile à concevoir.

Il n'est pas nécessaire, du reste, d'admettre l'existence d'eau tourbillonnante pour expliquer la forme des oolites ferrugineuses dans un sédiment en voie de formation. M. Bleicher a en effet signalé leur existence dans les fines cavités d'ossements fossiles, ce qui implique une concrétion sur place, sans mouvement; celle-ci peut être contemporaine de la consolidation du sédiment.

J'accepte donc volontiers la contemporanéité de la formation des oolites ferrugineuses et des calcaires qui les renferment, et l'origine continentale du fer, mais je ne pense pas comme M. Bleicher (*Bull. Soc. industr. Est.* 1894) que la limonite et la silice aient été concrétionnées directement sous leur forme actuelle. En effet, la production, par oxydation de la berthiérine, d'oolites de limonite ne différant par aucun caractère de ceux des régions où l'on n'a pas observé d'oolites de silico-aluminate de fer, la constance de l'alumine associée à la silice dans les fers oolitiques, me paraissent démontrer que la limonite de ces oolites n'est pas primaire et qu'elle provient dans un grand nombre de cas, sinon dans tous, de la décomposition d'un silico-aluminate basique qui, dans les mers jurassiques et infracrétacées, aurait pris naissance par un mécanisme analogue à celui de la glauconie dans tant d'autres sédiments. On a vu à l'article *hématite* que les hématites oolitiques du silurien de la Normandie et de la Bretagne proviennent, d'une façon évidente, de la décomposition de la bavalite, silicate de fer, analogue, sinon identique à la berthiérine.

Trias.

Berri. — *Cher*. Des rognons de limonite, associés à de l'opale ont été trouvés dans les grès triasiques de la forêt de Bornay près de Sauxais-le-Potier.

Jurassique.

Infra-lias.

Bourgogne. — *Côte-d'Or*. Une couche de limonite oolitique, atteignant 1 m. 25 d'épaisseur, a été exploitée dans l'hettangien inférieur, à Thostes et à Beauregard ; dans cette dernière localité, des fossiles et notamment des bivalves sont transformés en hématite lamellaire.

Saône-et-Loire. De grands gisements de limonite oolitique à gangue calcaire, récemment étudiés par M. Camusat, sont exploités à Mazenay et à Changes par les usines du Creusot; ils se trouvent dans l'hettangien supérieur (dit foie de veau). Les couches minéralisées atteignent une épaisseur de 2 m. 50 et ont été suivies sur 8 km. de long et 1 km. de large : la limonite de Mazenay renferme une proportion notable de vanadium. On y rencontre de la marcasite en nodules rayonnés.

Lias.

De nombreux gisements de limonite oolitique se trouvent dans le lias supérieur (toarcien); elle est généralement phosphoreuse et vanadifère, et paraît dans la plupart des cas, consister en une formation littorale.

Les gisements qui vont être passés en revue ont une importance très inégale au point de vue économique.

Plateau Central. — *Ardèche*. Les minerais de fer oxfordiens et calloviens de l'Ardèche sont constitués par de l'hématite, mais ceux du toarcien qui ont été exploités à Saint-Priest sont formés par de la limonite ; celle-ci renferme des géodes de quartz que tapissent de jolis cristaux de calcite et de sidérite.

Aveyron. Un gisement intéressant étudié par Coquand (*B. S. G.* VI. 328. 1849) se trouve à Veuzac ; la limonite oolitique est accompagnée de rognons d'hématite et de magnétite ; ces trois minéraux épigénisent des fossiles. La limonite a été exploitée autrefois à Mondalazac, Memers, etc.

Nièvre. Le minerai dit « du Guétin » a été exploité à Gimouille près Saincaize, à Lurcy et en divers points de la Nièvre ; il consiste en un calcaire pétri d'oolites de limonite.

Champagne. — *Haute-Marne*. Les couches de limonite oolitique de Nogent, aujourd'hui abandonnées, ont été la cause originelle de l'industrie de la coutellerie de cette localité.

Ardennes. — *Ardennes*. Dans les marnes du lias supérieur, quelques lits de limonite oolitique ont été exploités à Villers-sur-Bar.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Des gisements ferrifères considérables alimentant de nombreuses usines, se trouvent à la frontière de la France (*Meurthe-et-Moselle*), de la Lorraine et du Luxembourg.

Ils forment dans le toarcien, une série de couches souvent lenticulaires dont l'ensemble dépasse parfois 30 mètres. Quelques-unes d'entre elles sont riches en fossiles : en profondeur, ces gisements contiennent, paraît-il, de la sidérite.

La limonite se présente sous la forme d'oolites souvent aplaties, dont le diamètre est en moyenne de 0 mm. 25 à 1 mm. environ ; l'existence

de grosses oolites est d'ordinaire un signe de pauvreté du minerai. Leur surface est brillante et lisse ; leur couleur varie du jaune au brun rougeâtre. Elles sont cimentées par de la calcite, de l'argile ferrugineuse, qui prennent des couleurs variables, blanc, jaune ou vert suivant leur richesse en fer et le degré d'oxydation de celui-ci. Le minerai oolitique passe au calcaire normal par diminution progressive des oolites. La limonite de cette région est toujours phosphoreuse. Dans plusieurs exploitations, on trouve en profondeur un minerai vert ou d'un noir bleuâtre dans lequel les oolites de limonite sont remplacées par des oolites de *berthiérine*, qui représentent très probablement la forme originelle du minerai. Cette berthiérine existe aussi dans la masse du calcaire sous forme de lamelles, indépendantes des oolites.

La formation est constituée par une alternance de couches riches et de bancs calcaires stériles. Dans le bassin de Nancy, elle n'a pas plus de 10 mètres, dans celui de Briey, elle a de 30 à 50 mètres d'épaisseur.

Voici les principales mines exploitées :

Meurthe-et-Moselle. Aux alentours de Nancy, de Pont-St.-Vincent à Marbache nombreuses exploitations souterraines (Chavigny, Marbache, Ludres, la Fontaine-des-Roches, le Val-de-Fer, Boudonville, l'Avant-Garde, Bouxières-aux-Dames, Maxéville, Laxon, Champigneulles, la Grande-Goutte et Frouard). Aux environs de Longwy, de nombreuses mines sont exploitées à ciel ouvert à Herserange, Saulnes, Hussigny et Villerupt, etc. Enfin, il existe plusieurs exploitations souterraines, découvertes par sondages, dans la région de Briey (Conflans, Batilly, Jœuf, Homécourt, etc.).

On verra page 395 que dans cette même région, se trouve un autre type de limonite, pisolitique, à rapporter au tertiaire ou au quaternaire.

[*Lorraine*]. — Dans la Lorraine annexée, les gisements de Moyeuvre et d'Hayanges sont surtout à signaler : c'est dans ce dernier qu'a été pour la première fois trouvée la *berthiérine* (oolites vertes magnétiques).

[*Luxembourg*]. Les minières de Dudelange, etc.

Vosges. — *Haute-Saône*. Il existe des niveaux oolitiques autrefois exploités à Conflans, Velleminfroy.

Jura. — *Jura*. Des oolites ferrugineuses, accompagnées de limonite concrétionnée ont été exploitées à Ougney, Saligney, etc.

Ain. Le minerai oolitique de Villebois se trouve dans les mêmes conditions géologiques que celui de la Verpillière.

Dauphiné. *Isère*. — D'importantes couches de limonite oolitique ont été exploitées à la Verpillière, Saint-Quentin, Panossas, Frontonas, Saint-Marcel (dans la zone à *Hildoc. bifrons*) ; elles sont particulièrement riches en fossiles ; le même minéral se trouve dans les couches à *Harpoc. opalinus* qui recouvrent les précédentes, mais il n'y est pas exploitable. Les cloisons des ammonites de ce gisement renferment parfois des cristaux de gœthite, associés à du quartz et de la calcite.

Médiojurassique.

L'existence d'oolites de limonite est très fréquente dans les assises médiojurassiques et particulièrement dans le bajocien, désigné pour cela sous le nom d'*oolite ferrugineuse* (Bayeux, *Calvados*) ; néanmoins il n'existe en France qu'un petit nombre de gisements dans lesquels cette limonite oolitique ait pu être exploitée. Ce sont les suivants :

Berri. — *Cher*. Tendron-en-Ignol (bajocien).

Nivernais. — *Nièvre*. Les oolites ferrugineuses d'Isenay sont engagées dans une argile ; elles appartiennent au bathonien, souvent extrêmement riche en fossiles.

Jura. — *Doubs*. Les calcaires ferrugineux de la base du bajocien (zone à *Harp. Murchisonæ*) renferment dans quelques localités et notamment à Laissey, des couches assez riches en limonite pour avoir pu être exploitées.

Vosges. — *Haute-Saône*. De nombreuses exploitations ont été autrefois ouvertes dans l'oolite ferrugineuse à Calmoutiers, Fleurey-lès-Faverney, Oppenans, Jusey, Levruy, Vellefaux, etc. Les oolites de limonite (un peu manganésifères), bien sphériques, sont réunies par un ciment argilo- calcaire.

Suprajurassique.

Callovien.

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. On a vu, page 281, que le gisement callovien d'hématite de la Voulte renferme à sa partie supérieure, des couches de limonite compacte, peu épaisses d'ailleurs.

Ardennes. — *Ardennes*. Des exploitations minières ont été ouvertes autrefois à Poix, Montigny, Villers-sur-le-Mont, etc. ; le

minerai est une limonite en très petites oolites brunes, disséminées dans une argile souvent pyriteuse.

Les calcaires à chailles de l'oxfordien supérieur de Belval, Tailly Nouart, les marnes calcaires de Villers-le-Tourneur, Neuvizy, Launois, etc. renferment des oolites jaunes de limonite, à aspect doré qui ont fait l'objet de fructueuses exploitations : elles ont un ciment argilo-calcaire ou calcaire.

Bourgogne. — *Côte-d'Or* et *Yonne*. Les marnes à *A. plicatilis* renferment des oolites ferrugineuses qui ont été exploitées à Ancy-le-Franc, Etivey, Châtel-Gérard, Val-de-Jully (dépôt remanié), etc., et aux environs de Châtillon-sur-Seine (*Côte-d'Or*). Ces minerais sont souvent constitués non par de la limonite pure, mais par de la berthiérine renfermant des octaèdres de magnétite et même d'après Berthier (*A. C. P.* XXXV. 247. 1828) de titanomagnétite (Gland près Ancy-le-Franc et Châtillon). Aux affleurements, la gangue de ces minerais est souvent décalcifiée et ceux-ci transformés en hématite.

Infracrétacé.

Les couches ferrifères sont peu importantes dans l'infracrétacé, mais elles présentent une particularité géologique intéressante ; tandis que la plupart des formations ferrifères du jurassique sont marines ou littorales, quelques-unes de celles qui vont être passées en revue sont d'eau douce.

Picardie. — *Pas-de-Calais*. Des couches de limonite se rencontrent dans le wealdien d'eau douce du Bas-Boulonnais (Pellat. *B. S. G.* III. 642. 1873).

Bassin de Paris. — *Oise*. La limonite du néocomien moyen du pays de Bray est le résultat de la transformation de sidérite qu'on trouve à l'état intact au-dessous du niveau hydrostatique (voir à *sidérite*).

Vosges. — *Haute-Saône*. La limonite oolitique a été exploitée autrefois dans une seule localité de ce département, à Percey-le-Grand; ses grains sont parfois magnétiques, ils sont fréquemment déshydratés aux affleurements.

Pyrénées. Corbières. Provence. — J'ai indiqué page 345 que la bauxite de ces régions passe à un véritable minerai de fer pisoli-

tique, alumineux et siliceux, qui a été dans certaines localités exploité pour l'extraction du fer (les Baux). Ce minerai toujours hydraté est constitué soit par de la limonite, soit par de la turgite, très impure, à poudre rouge.

Berri. — *Cher*. Des minerais de fer étaient, il y a peu d'années encore, exploités dans l'infracrétacé (barrémien) du haut Berri. Ils constituent une bande presque continue de l'Ouest à l'Est, depuis Massay jusqu'à Sancerre ; leur niveau correspond à celui de Wassy. Le minerai est constitué par des oolites de limonite (englobées par un calcaire jaune) et par des géodes de limonite (Argile à huîtres de Menetou-Ratel) : il est associé à des argiles fines, blanches, exploitées pour l'industrie de la porcelaine. On l'a recueilli aux Fontaines en Allouis, à Bourgneuf en Saint-Éloy-de-Gy, à Boucard; ce minerai facile à fondre, peu alumineux, mais phosphoreux est désigné sous le nom de *mine chaude* par opposition au minerai en grains de la même région, appelé : *mine froide* (voir page 393).

Champagne. — *Haute-Marne*. Des couches riches en limonite géodique et cloisonnée se trouvent dans les sables de la base du néocomien de cette région (Brousseval).

La limonite oolitique barrémienne des environs de Wassy et de Bailly-aux Forges renferme des fossiles d'eau douce; son ciment est argilo-siliceux. Elle est recouverte par des argiles marines rouges contenant de l'hématite et constituant la partie supérieure du barrémien (couches rouges de Wassy). Enfin à la base de l'aptien de Wassy, se trouve aussi un minerai de limonite en très petites oolites (minerai milliolitique). Les oolites de limonite de Narcy, près Saint-Dizier renferment fréquemment un petit grain ou un cristal de magnétite ; la limonite de Lotrecey et celle de plusieurs autres gisements est superficiellement déshydratée et transformée en hématite.

Aube. De la limonite oolitique disséminée dans une argile barrémienne a été exploitée à Vendeuvre-sur-Barse ; les oolites fort petites peuvent être facilement dégagées par un débourbage ; elles sont parfois déshydratées. A l'inverse des minerais de Wassy, ceux de cette région sont exclusivement marins.

Jura. — *Doubs*. A Métabief (valanginien).

Ardennes. — *Ardennes*. De nombreuses mines ont été ouvertes

dans le gault de l'arrondissement de Vouziers; bois de Loges, Grandpré, Chevières, Marey, Champigneulle, etc.; les grains oolitiques de limonite sont englobés dans une argile sableuse. La couche ferrugineuse atteint jusqu'à 3 m. d'épaisseur; ces minerais sont faiblement chromifères et contiennent des traces de zinc qui se retrouvent dans les cadmies des hauts fourneaux où on les traite.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse.* Des minerais de fer et de l'ocre jaune se trouvent dans les sables bariolés du sommet du gault de la plaine d'Apt: l'ocre est exploitée aux Tamisiers.

Supracrétacé.

Bourgogne et Nivernais. — *Yonne. Nièvre.* Les argiles de la base du cénomanien de la Puisaye [Pourrain, Parly, Diges et Sauilly (*Yonne*), Saint-Amand-en-Puisaye (*Nièvre*)], se chargent de limonite et sont depuis deux siècles, exploitées pour la fabrication des *ocres.* Les couches ocreuses ont une épaisseur variant de 0 m. 5 à 2 m.; elles débutent à la base par un niveau constitué par de la limonite concrétionnée, avec géodes remplies de limonite pulvérulente. On observe ensuite une couche de quelques centimètres, constituée par des grains et des rognons de limonite, réunis par un peu d'argile, puis vient une couche d'un jaune foncé, très riche en limonite faisant difficilement pâte avec l'eau, c'est l'*ocre fine.* Enfin la formation se termine par une zone plus épaisse, jaune pâle (*ocre commune*), faisant pâte avec l'eau, mais moins liante que l'argile normale.

L'ocre commune et l'ocre fine sont desséchées, broyées, puis lavées et soumises à certains traitements pour obtenir les différentes qualités d'ocre jaune. Par calcination à l'air, le produit est déshydraté et transformé en ocre rouge (hématite) dite, « *minium de fer* ».

L'industrie de l'ocre très florissante à Auxerre (12 à 13.000 tonnes par an) utilise en outre, d'après les documents qui m'ont été fournis par M. Lechiche, divers autres produits ferrifères, résultant de la calcination de sidérite lithoïde, soit en vase clos (ocre noire formée essentiellement de magnétite) soit à l'air libre (ocre constituant des terres de Sienne ou des terres d'ombre). La combinaison de ces produits avec une argile blanche, permet d'obtenir des nuances variées de couleur utilisées pour la peinture à la détrempe ou à l'huile.

Berri. — *Cher.* L'ocre jaune était exploitée dans la première par-

tie du siècle dernier aux environs de Vierzon, ou plus exactement à Saint-Georges-sur-Cher ; elle se trouve à la base du cénomanien. Cette ocre a été désignée sous le nom de *vierzonite* par Bristow (*A glossary of mineralogy*. 398. 1861.), elle est constituée, elle aussi, par de la limonite mélangée à de l'argile, c'est à ce titre que je l'ai citée t. I, p. 488.

γ) Dans les assises tertiaires.

La formation du minerai de fer en grains occupe de vastes espaces dans plusieurs régions de la France. Elle consiste en poches généralement superficielles, plus ou moins profondément creusées dans les calcaires d'âge varié (particulièrement jurassique), mais toujours antérieurs à l'éocène. Elles sont remplies par une argile ferrugineuse, riche en grains, plaquettes, ou nodules de limonite. On trouve tous les passages entre les concentrations irrégulières de limonite et les pisolites bien formés. Ceux-ci sont plus ou moins sphériques, concrétionnés, à surface lisse ; leur couleur est le brun ou le jaune. Parfois creux, ils renferment alors à leur centre de l'argile. Ils ont en moyenne de 6 à 8 millimètres de diamètre, mais atteignent parfois 1 centimètre et on trouve parmi eux des nodules plus gros, véritables *ætites*. Ils sont fréquemment réunis en grand nombre par un ciment ferrugineux et constituent alors des nodules de plus grande dimension.

Dans cette formation, on trouve aussi des masses cloisonnées, des rognons tuberculeux, géodiques, à surface interne mamelonnée et à structure fibreuse (limonite, type Rancié).

On rencontre dans certaines régions (Franche-Comté), aux affleurements, et particulièrement dans les parties décalcifiées, des pisolites déshydratés et transformés en hématite. Souvent aussi, ils sont magnétiques et l'on y constate la composition des oolites vertes des terrains secondaires (berthiérine + magnétite) (Berri, Franche-Comté).

Enfin, les grains de limonite sont souvent mélangés de grains noirs plus légers, souvent creux, riches en manganèse (*mine brûlée*), avec parfois des traces de cobalt, des grains de pyrite (mines soi-disant cuivreuses). Il semble qu'en moyenne, les pisolites soient d'autant plus riches en fer qu'ils sont plus réguliers ; ils sont parfois assez alumineux et passent à la bauxite. Ils contiennent de l'acide phosphorique, des traces d'acide vanadique, etc.

L'examen microscopique fait voir que les pisolites de limonite ont

une structure très analogue ou identique à celle des oolites ferrugineuses. Il existe un ou plusieurs corps centraux, constitués par un fragment minéral (quartz, feldspath), ou organique (débris de foraminifères, de spongiaires, de coquilles), entourés par des zones concentriques de limonite.

L'attaque par un acide laisse un squelette de silice comme pour les oolites et l'on vient de voir que parmi les oolites de beaucoup de gisements, il s'en trouve qui renferment de la berthiérine et de la magnétite. Il est donc légitime de se demander si, dans bien des cas, le pisolite n'a pas été originellement constitué par un silicoaluminate de fer.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur l'origine et l'âge de ces minerais ; ils ont été décrits comme minerais d'alluvions, puis rattachés comme âge au jurassique et enfin au tertiaire. Quelques géologues les considèrent encore comme d'un âge uniforme (sidérolitique-oligocène). Il semble bien démontré cependant aujourd'hui qu'ils sont, suivant les gisements, d'âge très varié, s'échelonnant depuis l'éocène jusqu'au quaternaire.

Au point de vue de l'origine, des opinions non moins contradictoires ont été émises. L'origine hydrothermale émise en 1828 par Alex. Brongniart et pendant longtemps admise sans contestation, a été récemment exposée à nouveau par M. de Grossouvre[1] (*A. M.* 1886. 55, et *B. S. G.* XVI. 287. 1888) qui admet que les cavités coniques, renfermant le minerai dans le Berri ont été creusées per *ascensum*.

Des observations récentes tendent à faire adopter la théorie, exposée par M. Van den Broek[2] ; d'après celle-ci, la limonite pisolitique serait le résultat du concrétionnement du fer dans le résidu de la décal-

1. L'existence de traces de zinc, de plomb, de cobalt, de manganèse a été invoquée comme argument en faveur de l'hypothèse hydrothermale; on ne saurait en tirer une semblable conclusion ; ces corps existent à l'état de traces dans tous les sédiments. On a vu au cours de cet ouvrage, des exemples de galène, de blende, etc., constituant des mouches au milieu de terrains sédimentaires, dans des conditions telles, qu'il n'est pas possible de songer pour eux à une origine profonde.

2. Dans le compte rendu d'une excursion dans le Berri (*C. Rendu Congrès géol.* 1900. 929. 1901), M. de Launay admet bien que le fer provient d'une attaque superficielle des sédiments, mais il considère le concrétionnement de la limonite comme produit dans des bassins lacustres au milieu desquels débouchaient des sources bicarbonatées ayant facilité la formation de l'argile d'origine chimique qui englobe le minerai.

cification de sédiments ayant, à un moment donné, recouvert les formations calcaires sur lesquelles reposent les gisements sidérolitiques ; les poches auraient donc été remplies *per descensum*. Certains gisements de limonite pisolitique, tels que ceux qui sont associés aux meulières de Brie des environs de Paris, ont incontestablement cette origine. On a vu du reste plus haut (voir à *bauxite-latérite*), que des pisolites ferrugineux ayant la structure de ceux qu'il s'agit d'expliquer et souvent une composition voisine peuvent se concrétionner sur place, sans qu'il y ait eu intervention soit de mouvement, soit de sources thermales. La fréquence de produits siliceux (opale, etc.) dans les argiles sidérolitiques n'est pas une objection à la théorie qui vient d'être exposée.

Je donne ci-après l'indication de quelques gisements de minerais en grains pris parmi les *principales* régions françaises où ils ont été exploités, j'y ai joint l'indication de quelques gisements bretons de limonite :

Normandie et **Bretagne, Maine** et **Anjou**. — Il existe dans ces régions de très nombreux gisements superficiels de limonite qui doivent être considérés comme résultant du remaniement des dépôts ferrifères du genre de ceux qui ont été décrits dans ce livre à divers niveaux paléozoïques. La limonite plus ou moins concrétionnée est généralement engagée dans une argile ferrugineuse renfermant des fragments imparfaitement altérés et très imprégnés de la roche originelle.

Ces gisements ont été exploités pendant plusieurs siècles. On peut citer comme type les gisements suivants :

Côtes-du-Nord : Menez.

Morbihan : Elven.

Ille-et-Vilaine : Montauban-de-Bretagne, la forêt de Paimpont, les environs de Redon.

Loire-Inférieure : environs de Nozay, de la Meilleraie, etc.

Mayenne. Les gisements analogues de l'Embuche, de Feu-Vilaine, etc., se trouvent à la surface de calcaires dévoniens.

Sarthe. Parmi les nombreux gisements superficiels de limonite, jadis exploités dans ce département, il y a lieu de citer l'ancienne minière des Bérions à Montreuil-le-Chétif, qui était très riche en petites ætites aplaties, remplies de limonite terreuse jaune ; la limonite pisolitique, cimentée par une argile brun verdâtre se trouve en Milesse et Aigné, à 7 km. au Nord-Ouest du Mans.

C'est de ce même genre de gisement que proviennent de beaux échantillons de stilpnosidérite que possède la collection du Muséum, avec l'indication « environs du Mans ». A citer encore les bois de la Pannelière, Saint-Calais (variété pisolitique), etc.

Touraine. — *Indre-et-Loire*. La Pâquerie en Villiers, La Reignière en Luzillé, Chambray, Chesnaye en Athée, Azay-sur-Cher, Reignac, Pinçon, la Bégonnière en Cangy, la Ferrière en Neuillé, Brèches, Laferrière, Grand Pressigny, Nouans, la Forêt de Saint-Aignan, etc.

Loir-et-Cher. Autainville, Couffy, Noyers, Châteauvieux, Danzay, Santenay, Mondoubleau, Châtillon-sur-Cher, etc.

Berri. — *Cher*. Les gisements sidérolitiques qui ont eu la plus grande importance économique sont ceux du Berri ; ils sont exploités depuis la période romaine. Les principales localités à citer sont les suivantes : Groupe de l'Est ou de l'Aubois : Menetou-Couture, Le Chautay, Torteron et la Guerche ; dans les minières de Bernay, on trouve en outre du gypse. Groupe de l'Ouest : La Chapelle Saint-Ursin (traces de cobalt), Bordes, Ignou, Dun-le-Roi, dans la vallée de l'Auron ; Saint-Florent, Chanteloup, dans la vallée du Cher ; divers gisements dans les vallées de l'Yèvre (Saint-Doulchard et Allouis, etc.), et enfin dans la vallée de l'Arnon, ceux de Massay, Poisieux, Mareuil, etc.

M. de Grossouvre qui a étudié en détail ces gisements (*A. M.* X. 311. 1886) les décrit comme des poches en forme de cônes renversés, communiquant à l'extérieur par leur base ou bien des poches ou des pseudofilons à renflements et étranglements, se trouvant dans les calcaires, s'y développant horizontalement ou verticalement et pouvant dans bien des cas, être recouverts par le calcaire du Berri qui serait par suite postérieur à la production du gisement.

Le calcaire dans lequel se trouvent ces poches est jurassique. Le remplissage est formé par une argile plastique ferrugineuse, veinée de blanc (terrage) qui englobe les grains pisolitiques de limonite. Entre les parois de la poche et le calcaire normal, se trouve tout d'abord une zone (castillard) de calcite spathique de moins en moins riche en grains de minerai, puis des marnes blanches renfermant des noyaux de calcaire corrodés, une zone de calcaire saccharoïde, puis des calcaires lithographiques.

La limonite pisolitique de cette région est très alumineuse (jusqu'à 23 °/₀ d'Al^2O^3) avec en moyenne 11 °/₀ de SiO^2, ce qui indique un passage à la bauxite ; la teneur en phosphore ne dépasse pas 0,40 °/₀ ; il

existe des traces de cobalt, de zinc, de plomb et des proportions plus importantes de manganèse.

Allier. Région de Montluçon.

Indre. Luçay-le-Mâle, Faverolles et Saint-Sournin près Châtillon-sur-Indre, Sainte-Fauste (beaux nodules de la grosseur du poing, formés par des pisolites réunis par de la limonite compacte).

Poitou et Périgord. — *Vienne*. De nombreux gisements se trouvent sur le prolongement de ceux de l'Indre et de ceux dont il va être question plus loin dans la Charente ; ils se trouvent particulièrement dans l'arrondissement de Montmorillon (La Rivière, Journet, Coulonges, Martreuil, environs de Lupchapt, de Verrières, etc).

Charente. De nombreux gisements ferrifères et manganésifères se rencontrent dans divers points de ce département. Ils sont associés à des silex et à des opales jaspeuses dans des argiles bariolées. Le minerai est de la limonite en pisolites ou en rognons souvent creux, ceux-ci sont alors fréquemment mamelonnés et fibreux, à surface parfois irisée (Bonnes). Les gisements à citer sont : le Bouchage, Moutardon et les Adjots dans l'arrondissement de Ruffec ; Lussac, Suaux, Taponnat, Vitrac, Saint-Adjutory dans l'arrondissement de Confolens ; Sauffrignac, Mainxac, Charras, Combiers dans celui d'Angoulême et Montmoreau dans celui de Barbézieux. C'est dans ces mêmes argiles, que se rencontrent la *confolensite*, la *bauxite* et la *psilomélane*.

Dordogne. Beaumont, Excideuil (voir à *psilomélane*), etc.

Quercy. — *Lot*. De nombreux gisements de minerai de fer, en poches dans les calcaires secondaires, ont été exploités dans le Lot. On peut citer les suivants qui ont fourni d'intéressantes variétés de limonite : Montbrun (rognons tuberculeux de limonite à structure fibreuse, formés parfois autour d'un nodule de quartz), Vers (géodes de limonite fibreuse), Saint-Cirq, les Arques et Goujounac, roc des Ferrières au Sud de Montcléra (énormes rognons de limonite), Calassou au Nord de Cazes (nombreuses et belles ætites, à enveloppes concentriques).

Tarn-et-Garonne et Lot-et-Garonne. Les gisements de phosphorite qui se trouvent à la limite de ces départements et particulièrement aux environs de Caylus et de Saint-Antonin (*Tarn-et-Garonne*) renferment en abondance dans des argiles ferrugineuses phosphatées (voir à *phosphorite*), de la limonite pisolitique, parfois agglomérée par de la phos-

phorite. Cette association de phosphorite et de limonite pisolitique identique à celle des gisements du Berri et du même âge, a une grande importance théorique en montrant la connexité des phénomènes qui ont donné naissance à ces deux catégories de minéraux. Les bords de la Lémance près de Fumel, ont fourni un minerai de fer pisolitique renommé, etc.

Bassin de Paris. — Dans les environs de Paris : Sèvres, Meudon, Plessis-Piquet près Fontenay-aux-Roses (*Seine*), Vilbon (*Seine-et-Oise*) (limonite pisolitique ou concrétionnée, associée à de la psilomélane ferrifère), Ferrières, Ozouer-la-Ferrière (*Seine-et-Marne*), etc. Ces gisements résultent de la décalcification des calcaires de Brie et de Beauce, la limonite y accompagne les meulières. On la trouve entre les argiles à meulières qu'elle pénètre et le limon superficiel. M. de Lapparent qui a trouvé le même minéral cimentant des poudingues, non plus sur des plateaux, mais à une faible altitude dans le pays de Bray, les considère comme de formation récente, postérieure au creusement des vallées.

Ardennes. — *Ardennes*. De nombreux gisements de limonite, tantôt stalactiformes (petits tubes accolés, minerai en clous), tantôt en grains à surface luisante ont été exploités à la surface des calcaires jurassiques [Harancourt (avec nodules d'halloysite blanche ou blonde), Bulson, etc.], et aussi au voisinage de la limite du lias et des assises paléozoïques (Signy-le-Petit, la Ferté, etc.)

Champagne. — *Haute-Marne*. Les calcaires portlandiens des environs de Wassy sont creusés de poches, remplies de limonite géodique, qui provient du remaniement à l'époque quaternaire des limonites néocomiennes de la région : Poissons, etc.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les calcaires de l'oolite inférieure des environs de Briey et de Thionville (Chavigny, Saint-Pancré, Ville-Hendlemont) sont creusés de poches (avec ramifications souterraines) que remplit une argile riche en pisolites et en rognons caverneux de limonite à gangue quartzeuse (cristaux de quartz dans les cavités) et en fragments de quartz. Cette limonite (*minerai fort*) est peu phosphoreuse et a été longtemps exploitée.

Enfin, dans quelques localités (Russange, Florange), on a exploité dans le diluvium, au pied d'escarpements jurassiques, des amas de petits fragments roulés de limonite, engagés dans du sable et provenant du remaniement par les eaux de limonite liasique.

Belfort. Roppe, Pérouse, Chévremont.

Franche-Comté. — *Haute-Saône*. Autray, Gray, Pesmes, Marnay, Montbozon, etc. Il existe souvent jusqu'à 1/10 des grains attirables à l'aimant (voir Thirria. *A. M.* XIX. 49. 1851).

Jura. — *Doubs*. Environs de Montbéliard.

Jura. Petit-Mercey, Louvatange, Echevannes, Jancigny, Étrépigney, etc.

Bourgogne. — *Yonne*. Yrouère et Sambourg, etc.

Côte-d'Or. Magny, Saint-Médard, Beire-le-Châtel, etc.

δ) Quaternaire et période actuelle.

Minerai des marais, des tourbières, des lacs.

Des dépôts souvent considérables de limonite s'observent dans les pays bas et marécageux. Ils se forment actuellement à une faible distance de la surface et il est, dans bien des cas, possible de suivre les diverses phases de leur formation ; leur production est assez rapide, car on connaît des régions où des dépôts exploités se sont reproduits au bout d'une trentaine d'années.

Ces gisements de limonite se trouvent au voisinage de cours d'eau peu rapides et marécageux ou dans les lacs où débouchent ces derniers. Le minerai gît d'ordinaire à 2 ou 4 centimètres, rarement à 1 mètre de la surface ; il est recouvert de bruyère, de gazon, de tourbe. On l'observe au milieu du sable, en rognons ou en nodules, parfois isolés, souvent réunis en couches plus ou moins irrégulières. Dans les lacs, ces nodules présentent parfois une structure concentrique rappelant celle du fer pisolitique.

Cette limonite appartient souvent à la variété *stilpnosidérite* ; elle est alors amorphe, d'un brun jaune ou d'un brun foncé ; sa cassure est résineuse, à aspect de poix ; elle est fragile. Dans d'autres cas elle offre l'aspect habituel de la limonite compacte, concrétionnée et terreuse. Elle renferme de nombreuses impuretés : acides siliciques,

phosphorique, acides organiques, etc. ; elle contient fréquemment des nids de vivianite et des inclusions de quartz.

L'origine du fer transporté par les eaux, qui donne naissance à cette formation de limonite, doit être recherchée dans le substratum (roches altérées sur place, limon, etc.). Le fer à l'état de sesquioxyde est réduit par les matières organiques en décomposition et transformé en sels d'acides organiques et en carbonate ferreux. Ceux-ci, dissous dans l'eau, sont oxydés par l'oxygène de l'air, à leur arrivée au jour, ou bien sont décomposés, même à l'abri de l'air, par des *ferrobactéries* en cellules cylindriques, associées à des filaments (*Leptothrix ochracea*, *Crenothrix polyspora*), qui ont besoin pour vivre d'absorber dans leur protoplasma des sels ferreux. Ceux-ci s'y oxydent et se transforment en sels ferriques que secrètent les cellules ; le Fe^2O^3 imprègne alors leurs membranes et leur gaine gélatineuse. Le rôle physiologique de ces ferrobactéries comparable à celui des sulfobactéries (Tome II, p. 373), a été bien mis en lumière par M. Winogradsky (*Botan. Zeit.* 1888. 260), qui a montré la facilité avec laquelle on peut en faire des cultures dans les laboratoires.

Dans les marais et partout où les eaux sont stagnantes, l'évaporation est particulièrement rapide et détermine un dépôt ferrugineux. La surface de l'eau se couvre souvent d'un enduit irisé, le fond se tache d'une rouille ocreuse, et l'on trouve à peu de distance de la surface, des rognons ou des gâteaux de limonite, encroûtant des grains de sable et des débris organiques ; ceux-ci peu à peu se transforment eux-mêmes en limonite et sont souvent mélangés de vivianite.

Dans les tourbières, le minerai se dépose par le même mécanisme, soit à la base de la couche de tourbe, soit au milieu de celle-ci. Dans une étude récente des tourbières de Hollande, M. van Bemmelen signale (*Arch. néerl. sc.* IV. 19. 1900) au milieu de la limonite de la base de quelques tourbières, l'existence de carbonate de fer amorphe, de cristaux de vivianite et de sidérite s'oxydant pour donner de la limonite. Quant au minerai déposé dans la tourbe elle-même, il est constitué exclusivement par du carbonate amorphe, de la sidérite et un peu de vivianite. Il n'est pas douteux, d'après cet auteur, que le minerai des marais ne se soit fait de bas en haut par ascension des eaux ferrugineuses du sous-sol qui est constitué par un sable aquifère amenant les eaux des terrains sablonneux plus élevés. C'est aussi la conclusion à laquelle m'a conduit l'étude de la formation de la limonite dans le

petit étang marécageux de Saint-Laurent-lès-Mâcon (*Ain*).

La précipitation du Fe^2O^3 dans les marais et les lacs a été aussi attribuée à des diatomées, à des characées, mais le fait demande confirmation.

Landes. C'est à un mode de formation analogue à celui qui vient d'être décrit qu'il faut rapporter la limonite autrefois exploitée dans le sable des Landes, au voisinage de Dax et à l'Ouest de cette ville. Cette limonite était traitée dans les hauts fourneaux au bois de Labouheyre, Baglose, Uza, Castet, Ponteaux, etc. Elle se trouve parfois dans les collections avec l'indication de l'une de ces localités ; les dernières minières (à ciel ouvert) exploitées se trouvent à Péchicot et à Hardy, non loin de Saint-Paul-lès-Dax.

Les gisements se rencontrent dans des dépressions du sol, à quelques décimètres de la surface. Il existe deux catégories de minerai, le plus riche est formé par des globules, réunis en nodules et empâtant un peu de sable, beaucoup de débris végétaux (bois, écorce, glands parfois entiers, etc.) ; la seconde forme des amas et des gâteaux de dimension parfois assez grande ; ils sont cloisonnés et très riches en sable.

Le minerai des Landes présente souvent au plus haut point les caractères du minerai des marais ; c'est alors une stilpnosidérite brune ou noire à éclat de poix très vif, fragile, et généralement riche en acide phosphorique. On trouve aussi des variétés concrétionnées, et terreuses de limonite de couleur jaune.

On donne le nom d'*alios* à un sable quartzeux agglutiné par de la limonite et des matières organiques ; il existe à une faible profondeur non seulement sous le sable des dunes des Landes, mais encore sous le cailloutis du Médoc (*Gironde*), sous le sable des forêts de Chantilly (*Oise*) et de Fontainebleau (*Seine-et-Marne*), etc. C'est une formation actuelle semblable à celui du minerai des marais, résultant de la concentration dans la nappe souterraine d'infiltrations de matériaux dissous venant de la profondeur à la surface. La concrétion se produit en été, au fur et à mesure de l'évaporation de la nappe souterraine.

b) *Comme élément accessoire.*

La limonite se rencontre comme produit de pseudomorphoses dans toutes les formations sédimentaires renfermant de la pyrite ou de la marcasite sous forme de cristaux, de nodules, d'épigénies de fossiles, etc.

Il me paraît inutile d'y revenir et je me contente de renvoyer au tome II où ont été énumérés quelques exemples typiques de ce genre de gisement, dans quelques cas ces épigénies de pyrite sont formés par hydrates moins riches en eau que la limonite.

Je rappellerai cependant qu'à Montgeux (*Aube*), les nodules de marcasite donnent par leur décomposition, des géodes de limonite remplies de soufre natif.

Ætites

La limonite se trouve aussi dans ces mêmes formations sous forme de concrétions ne constituant que des accidents sans intérêt économique et que par suite, je n'ai pu citer dans le paragraphe précédent. Ce sont des masses plus ou moins volumineuses, véritables géodes, creuses, munies d'un noyau argileux ou sableux mobile, qui sont appelées *ætites* ou *pierres d'aigle*.



Fig. 6.
Ætite (pierre d'aigle) de Saint-Jean-de-Luz (*Basses-Pyrénées*). (*Photographie, réduite au 1/3 environ.*)

La production des ætites est souvent tout à fait récente, ainsi qu'en témoigne une géode de ce genre trouvée en 1845 dans une terre des environs de Périgueux (*Dordogne*) (Marrot, *B. S. G.* III. 527. 1846) : elle contenait 200 pièces d'argent du XVe et du XVIe siècles, elles-mêmes encroûtées par le même minéral.

Voici quelques gisements ayant fourni, à ma connaissance, de très beaux spécimens d'ætite ; il serait facile de les multiplier.

Bretagne. — *Morbihan*. Carentoir.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Environs de Saint-Jean-Pied-de-Port (fig. 6) et Côte des Basques à Biarritz (cavités de plusieurs litres de capacité) (dans les assises nummulitiques?).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Laval, Polignac, Taulhac, Ceyssat, etc.

Puy-de-Dôme. Environs d'Issoire. (dans l'oligocène.)

Saône-et-Loire. Environs de Mâcon.

Dombes. — *Ain*. Aux environs de Trévoux, dans les Dombes, on rencontre en grande abondance, des ætites, dont les unes renferment de

l'eau, les autres un noyau mobile, alors que beaucoup d'entre elles sont vides; elles se trouvent à divers niveaux des sables à *Mastodon arvernensis* du pliocène moyen : elles ont été souvent citées par les anciens auteurs.

Stalactites de limonite.

Les schistes riches en pyrites sont souvent à leurs affleurements profondément altérés par les eaux vitrioliques résultant de l'oxydation de ces minéraux. Ces eaux laissent déposer au voisinage de la surface des enduits terreux ou scoriacés de limonite : quand il existe des fissures ou des cavités, la production de la limonite peut avoir lieu sur une plus grande échelle et fournir des échantillons intéressants : tel est le cas pour les deux gisements suivants.

Bretagne. — *Finistère.* Des stalactites de limonite ont été trouvées par M. de Limur à Douarnenez dans une grotte creusée sur les bords de la mer dans des schistes paléozoïques. Elles atteignent 1 mètre de longueur. L'échantillon que j'ai examiné n'a que 20 centimètres. Le minéral est fragile ; les écailles peu cohérentes qui le constituent laissent des vides entre elles : elles ont une cassure résineuse, à éclat très vif.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les schistes siliceux (siluriens) des environs de Bagnères-de-Luchon renferment fréquemment de la limonite produite par la décomposition des pyrites qui y sont très abondantes. La grotte du Chat près Montauban est célèbre par les concrétions de limonite magnifiquement irisées qu'elle renferme et qui n'ont pas une autre origine.

4° *Comme produit d'oxydation d'objets en fer.*

En terminant, je rappellerai que la *rouille*, qui recouvre les objets en fer placés à l'humidité, est constituée par une variété de limonite à cassure souvent résineuse. Quand l'objet oxydé est placé dans le sol, la limonite agglutine les grains de sable voisins et se concrétionne. L'attaque de cette limonite par l'acide chlorhydrique montre parfois l'existence d'un squelette de silice gélatineuse.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

Le deuxième fascicule de ce volume est sous presse et paraîtra dans le milieu de l'année 1902.

Le tome IV et dernier paraîtra peu après. Il sera terminé par un index géographique détaillé consistant :

1° Dans la liste de tous les noms de lieux cités, avec l'indication des minéraux qui y ont été étudiés ;

2° Dans la liste des localités classées par département.

ERRATA

Page 27, ligne 15, supprimer $d^{1/37}$ $d^{1/5}$ $b^{1/10}$.

Un errata général se trouvera à la fin du Tome IV.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1909

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1909

GROUPE DE LA BRUCITE

Ce groupe comprend les deux minéraux rhomboédriques suivants :

Brucite...... $Mg(OH)^2$
**Pyrochroïte*... $Mn(OH)^2$

et des termes intermédiaires, ainsi que des variétés ferrifères.

Seule la brucite a été rencontrée dans des gisements français.

BRUCITE

$Mg(OH)^2$

Rhomboédrique : $pp = 82^o22' 30''$.
[$a : c = 1 : 1,5208$ (Hessenberg)].
$pa^1 = 119^o39'34''$.

Formes et faciès. La brucite cristallise d'ordinaire en rhomboèdres basés, à faces souvent courbes. Dans l'un des gisements cités plus loin, elle constitue des lamelles sans formes géométriques distinctes ; elle se présente aussi en fibres asbestiformes élastiques (*némalite*).

Clivages. Clivage a^1 (0001), micacé, donnant des lames flexibles.

Dureté. 2,5. Sectile.

Densité. 2,38 à 2,4.

Coloration et éclat. Blanche ou grise, d'un vert clair ou bleuâtre. Éclat nacré très vif sur les lames de clivage ; sur les autres faces l'éclat est vitreux ou gras. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$\mathbf{n}_g = 1,579$ (rouge) (Max Bauer)
$\mathbf{n}_p = 1,559$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,020$

Dans les variétés fibreuses (allongement suivant une diagonale de la base), les axes sont nettement écartés et le plan des axes optiques est parallèle à l'allongement des fibres de signe négatif.

Propriétés électriques. Pyroélectrique : par le refroidissement, les extrémités de l'axe vertical sont négatives, les arêtes, positives (Hankel).

Composition chimique. La formule $Mg(OH)^2$ ou $MgO + H^2O$ correspond à la composition suivante :

MgO....	69,0
H^2O....	31,0
	100,0

Il existe souvent un peu de protoxyde de fer (*ferrobrucite*) ou de manganèse (*manganobrucite*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, blanchit et devient opaque ; les variétés ferrifères et manganésifères prennent une teinte foncée. Infusible au chalumeau, mais gonfle et devient incandescente, en se transformant en une forme uniaxe, négative, de magnésie anhydre. Chauffée avec l'azotate de cobalt, prend la teinte rose pâle caractéristique de la magnésie.

Soluble dans les acides sans effervescence quand elle est intacte.

Altérations. Par exposition à l'air, la brucite devient terne, friable en absorbant de l'anhydride carbonique : parfois le produit de l'altération est cristallisé et constitué par de l'hydromagnésite.

Diagnostic. Les lames de brucite se différencient de tous les minéraux à structure micacée par leurs propriétés chimiques ; dans les sections minces de roches, on distingue la brucite des micas et du talc, par son signe optique, des chlorites blanches optiquement positives (*leuchtenbergite*), par la biréfringence plus élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brucite se trouve avec d'autres minéraux magnésiens dans les serpentines et dans les cipolins ; elle s'est souvent formée à leurs dépens.

1° *Dans les cipolins.*

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai trouvé (*B. C. G. F.* II. N° 11. 1890. 5) la brucite, en petites lamelles nacrées, dans les cipolins d'Arignac : elle y accompagne les minéraux du groupe de la humite, la pargasite, la phlogopite, le spinelle. Elle se rencontre surtout dans des roches presque entièrement silicatées, que j'ai rencontrées en lits au milieu des cipolins ; elle s'est formée aux dépens des humites et du spinelle.

Dans les échantillons très altérés, la brucite forme en quelque sorte la charpente de la roche, englobant humites, spinelles, etc. Au microscope, en lumière polarisée parallèle, on constate qu'elle constitue de petites paillettes diversement orientées, au milieu desquelles se développent des plages plus ou moins grandes du même minéral.

Madagascar. — La brucite est un minéral secondaire assez fréquent dans les cipolins du Massif central contenant des humites : elle s'y présente avec le même aspect qu'à Arignac.

2° *Dans les serpentines.*

Vosges. — *Vosges*. Delesse a signalé (*A. M.* XVIII. 333. 1850), dans la serpentine très altérée des Xettes, l'existence de lames nacrées de brucite et de fibres blanches à aspect de gypse, qu'il a attribuées à la némalite. Il ne semble pas évident, d'après sa description, que cette assimilation soit définitive : dans tous les cas le minéral étudié était en partie carbonaté.

HYDROCUPRITE

$Cu(OH)^2$

Faciès. Ce minéral forme des enduits feutrés, généralement très minces, difficiles à isoler et à purifier, qui revêtent parfois l'aspect d'un mince chiffon.

Coloration et éclat. Jaune orangé à rouge orangé. Aspect terreux.

Composition chimique. La formule supposée du minéral est $Cu(OH)^2$, ou $Cu^2O + H^2O$, mais sa composition exacte n'a pas été établie avec une sûreté suffisante, faute de matière pour une analyse complète.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se transforme en cuprite. Soluble dans les acides.

Diagnostic. Le minéral se distingue de la cuprite terreuse par l'existence de l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Rhône*. L'hydrocuprite a été décrite pour la première fois par Genth, en enduits sur de la magnétite de Pensylvanie. Je l'ai trouvée sur des échantillons de Chessy ; elle y forme de minces enduits à la surface de cuprite cristallitique ; je n'ai pu en isoler qu'une fort petite quantité, ne permettant que quelques essais qualificatifs

NITRATES

Les principaux minéraux du groupe des nitrates[1], sont constitués par deux types anhydres :

* *Nitratine* .... Na Az O^3
Nitre .... K Az O^3

Tous deux sont polymorphes. Il existe une forme rhomboédrique, isomorphe de celle de la calcite et une autre, rhombique, voisine de celle de l'aragonite, mais dans chacun de ces sels ce n'est pas la même forme qui est stable, la nitratine n'est connue à l'état naturel que sous la forme rhomboédrique et le nitre que sous la forme rhombique.

Deux nitrates hydratés se rencontrent dans la nature.

Ce sont :

Nitrocalcite ...... Ca $(Az\ O^3)^2 + n\ H^2O$
* *Nitromagnésite* ... Mg $(Az\ O^3)^2 + n\ H^2O$

Le nitre et les nitrates hydratés se trouvent en abondance dans les gisements français : leurs conditions de gisement étant les mêmes, celles-ci seront étudiées dans un même paragraphe. Ces minéraux présentent la particularité remarquable de devoir leur origine au travail physiologique d'algues microscopiques (bactériacées).

NITRATINE

NaAzO^3

Rhomboédrique : $pp = 106°30'$.
[$a : c = 0,8276$. Brooke.]
$pa^1 = 136°18.'$

1. Il faut y ajouter, pour compléter le groupe des nitrates existant dans la nature, la nitrobarite [Ba(AzO^3)^2], cubique tétraédrique, la gerhardtite [Cu (AzO^3)^2, 3 Cu(OH)^2] et la darapskite Na^{2}SO^4, NaAzO^3 + H^{2}O.

Formes et faciès. La nitratine se présente en masses cristallines, sans cristaux distincts.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits. Sectile.

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 2,24 à 2,29.

Saveur. Saveur fraîche.

Coloration et éclat. Blanche, mais souvent colorée en gris brun, ou en jaune par des impuretés. Éclat vitreux. Transparente.

Propriétés optiques. Uniaxe, *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5852 \text{ (D) (Cornu)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}3348$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}2504$$

Essais pyrognostiques. Sur le charbon, déflagre et colore la flamme en jaune intense. Soluble dans l'eau.

Altérations. Déliquescente à l'air humide.

Diagnostic. Voir à *nitre.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nitratine forme au Chili et en Bolivie de vastes dépôts, constitués par des masses cristallines (*caliche*) associées à du gypse, du sel gemme, des iodates, etc. Ce sont eux qui fournissent les nitrates utilisés en si grande quantité par l'agriculture et l'industrie.

On a discuté sur l'existence de dépôts analogues dans le Sahara; on verra p. 413 que toutes les vraisemblances sont pour que les nitrates apportés de l'intérieur saharien par les caravanes proviennent de terres salpêtrées.

NITRE

$KAzO^3$

Orthorhombique[1] : $mm = 118°50'$.

$b : h = 1000 : 603.486$ $D = 860{,}892$ $d = 508{,}787$

$[a : b : c = 0{,}5910 : 1 : 0{,}7010$. Miller].

1. La forme rhomboédrique du nitre se produit en même temps que la rhombique, lorsqu'on évapore une solution concentrée du sel ; les rhomboèdres se transforment en prismes rhombiques, quand ils ont été touchés par un cristal de cette

Macles. Macle suivant *m* (110), conduisant à des groupements pseudohexagonaux, semblables à ceux de l'aragonite.

Faciès. Le nitre ne se trouve pas dans la nature sous forme de gros cristaux, allongés suivant l'axe vertical, comme ceux que l'on fait si aisément cristalliser dans les laboratoires. Il forme des efflorescences ou des croûtes ; celles-ci sont constituées soit par des aiguilles rectilignes, soit par de petites fibres, tordues et concrétionnées tout à fait analogues à celles de glace, dont il a été question plus haut et rappelant d'une façon remarquable les cristaux de stibine représentés par la figure 8 de la page 453 du tome II (nitre des murs de Paris). Ces formes contournées expliquent pourquoi les efflorescences de nitre présentent, lorqu'on les détache de leur gangue, une structure feutrée analogue à celle d'une étoffe.

Clivages. Clivages parfaits suivant e^1 (011), faciles suivant g^1 (010), imparfaits suivant *m* (110). Cassure conchoïde ou inégale.

Dureté. 2. Fragile.

Densité. 2,09 à 2,14.

Saveur. Saveur fraîche et saline.

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* perpendiculaire à *p* (001). Dispersion énergique $\rho < v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5064 \text{ (D) (Schrauf).}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5056$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}3346$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}1718$$
$$2\,E = 10^\circ 51' \quad 2\,V = 7^\circ 12'$$

Composition chimique. La formule $KAzO^3$ correspond à la composition centésimale suivante :

Az^2O^5	53,5
K^2O......	46,5
	100,0

forme. A une température voisine de la fusion (339° C), la forme rhombique se transforme en la rhomboédrique. Mallard a montré que par refroidissement, quand les rhomboèdres passent par cette température critique, ils ne se transforment pas brusquement; les cristaux restent pendant quelque temps en surfusion cristalline.

Essais pyrognostiques, etc. Déflagre sur le charbon et détone quand il a été mélangé au charbon. Donne à la flamme la coloration violette du potassium.

Très soluble dans l'eau ; n'est pas déliquescent.

Diagnostic. La forme et les réactions du potassium permettent de distinguer le nitre de la nitratine ; l'absence de déliquescence, la forme géométrique, les réactions du potassium et l'absence de celles du calcium et du magnésium le font aisément distinguer de la nitrocalcite et de la nitromagnésite.

NITROCALCITE

$$Ca(AzO^3)^2 + nH^2O$$

La nitrocalcite possède tous les caractères extérieurs du nitre, dont elle se distingue par sa saveur amère et acide et par ses réactions pyrognostiques.

Composition chimique. La composition du sel anhydre $Ca(AzO^3)^2$ est la suivante :

Az^2O^5.....	65,9
CaO.......	34,1
	100,0

Le minéral renferme une teneur en eau, qui n'a pas été déterminée exactement ; de grandes difficultés de purification se présentent, le minéral étant souvent mélangé de nitre et formant des croûtes à la surface de plâtras ou de calcaire, dont il est difficile de le débarrasser. Shepard a publié une analyse indiquant une molécule d'eau : le sel artificiel en contient quatre.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Sur le charbon, fond en produisant une faible détonation, puis se dessèche en laissant une croûte de chaux caustique. Le minéral hydraté est très déliquescent.

Très soluble dans l'eau, il donne une solution qui fournit les réactions de la chaux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le nitre et la nitrocalcite se trouvent dans les mêmes gisements ; la production de l'un ou de l'autre dépend seulement de la nature du substratum sur lequel et aux dépens duquel se forment les nitrates. Ils s'observent sous forme d'efflorescences à la surface des vieux murs et particulièrement au voisinage des écuries, des fosses d'aisance, dans les caves des maisons et surtout dans celles qui sont malpropres et à proximité des fosses d'aisance non étanches. On les rencontre aussi, sous la même forme, dans certaines grottes habitées ou ayant été habitées par l'homme ou par des animaux.

Leur production est bien plus générale encore ; ils prennent naissance en effet dans toutes les terres arables et jouent ainsi un rôle capital dans la végétation, mais ils ne s'y manifestent pas d'ordinaire sous une forme minéralogique, comme dans les cas précédents, où grâce à une évaporation suffisamment active du substratum, ils peuvent cristalliser ; ces divers cas échappent donc au cadre de cet ouvrage, de même que ceux de fixation de l'azote par les légumineuses et peut-être par le sol.

Le nitre a été pendant longtemps retiré uniquement du lavage des vieux plâtras ou de nitrières artificielles ; celles-ci étaient constituées par des terres riches, stratifiées avec du fumier et disposées de façon à faciliter l'aération de la masse, qui était arrosée fréquemment, mais modérément chaque fois, avec de l'urine, des eaux ménagères ou même de l'eau pure (voir *Instructions sur l'établissement des nitrières*, publiées en 1777 par les Régisseurs généraux des poudres et salpêtres, *in* Boussingault : *Agronomie*, II, p. 23) ; la production du nitre était ainsi facilitée et rendue plus rapide que dans les gisements naturels.

Dans l'Inde et dans les pays tropicaux en général, il existe des nitrières d'origine analogue ; elles se trouvent surtout au voisinage des villages, où les déjections des habitants et des bestiaux peuvent s'accumuler ; la longue durée des périodes sans pluie rend possible dans certaines régions l'accumulation des nitrates, ceux-ci au contraire se dissolvent au fur et à mesure de leur production dans tous les climats humides.

MM. Schloesing et Müntz ont montré que la nitrification est le résultat de l'action d'un organisme et ils ont mis en lumière les conditions les plus favorables à la production du phénomène : température

convenable de (+ 5 à 55° C, avec optimum à 37°6), aération suffisante, présence de sels ammoniacaux et d'une faible quantité de matière organique[1]. M. Winogradsky a précisé le mécanisme de la formation des nitrates et la nature des bactériacées qui les produisent : la formation des nitrates implique l'intervention de deux catégories de bactériacées, celles de la fermentation ammoniacale, puis celles des fermentations de la nitrification.

1° Fermentation ammoniacale. Elle consiste dans la production de composés ammoniacaux aux dépens des matières azotées végétales ou animales. L'urine peut être prise pour exemple ; sous l'influence du *Micrococcus ureae*, l'urine de l'homme se trouble, laisse déposer des sels minéraux (phosphate ammoniaco-magnésien), des urates, etc., puis elle se transforme en carbonate d'ammonium : $(CO)(Az H^2)^2 + 2 H^2O = CO^3 (Az H^4)^2$. Ce carbonate d'ammonium et d'autres sels ammoniacaux, pouvant prendre naissance dans des conditions analogues, imprègnent les murs, au voisinage desquels ils se produisent, grâce à leur solubilité et à leur volatilité, et fournissent ainsi aux bactéries de la nitrification les éléments nécessaires.

2° Ferments de la nitrification. Le concours de deux organismes est nécessaire (Winogradsky) pour la formation des nitrates par oxydation des sels ammoniacaux.

a). Le ferment nitreux transforme l'ammoniaque en nitrite. L'acide nitreux ainsi produit $[2 (Az H^3) + O^7 = 2 Az O^2 + 3 H^2O]$ est saturé par les bases (K^2, Na^2, Ca, Mg) du milieu ambiant.

b). Le ferment nitrique oxyde le nitrite ($KAzO^2 + O = KAzO^3$).

Les organismes de fonctions semblables, mais provenant de localités éloignées, n'ont pas les mêmes propriétés morphologiques et constituent probablement des espèces ou des variétés différentes. Le ferment nitreux de la terre de Zürich se présente sous deux états : 1° les cellules sont libres et souvent mobiles (*monas*) ; 2° elles forment des colonies compactes (*zooglées*) ; l'action des zooglées est plus lente que celle des monas. Dans la terre de Gennevilliers, près Paris, les zoo-

1. D'après M. Müntz, les nitrobactéries jouent un rôle important dans la décomposition des roches et la formation de la terre arable à leurs dépens ; il leur attribue aussi la production des gisements de nitratine du Chili (double décomposition du nitrate de calcium ainsi produit et du chlorure de sodium des eaux de la mer) (*C. R.* CI. 1265 et CI. 1370) ; les bactéries de la nitrification oxydent l'iode et forment des iodates qui, on le sait, accompagnent ces nitrates.

glées sont beaucoup plus abondantes que dans celles de Zürich. Le ferment nitreux de l'ancien monde est désigné sous le nom de *nitrosomonas*, celui d'Amérique sous celui de *nitrosococcus*. L'air ne contient pas de ferments nitreux vivants.

Quant au ferment nitrique (*nitrobacter*), il a la forme de bâtonnets.

L'abondance de matière organique très altérable est défavorable à la nitrification. En présence d'un excès de substance organique et en l'absence d'oxygène, on voit végéter des bactéries dénitrifiantes (Dehérain et Maquenne), qui réduisent les nitrates formés par les procédés indiqués plus haut ; il y a dégagement d'azote ou de protoxyde d'azote et cela au grand détriment du milieu dans lequel s'opère ce phénomène.

Les nitrobactéries ne peuvent se développer sur le bouillon de gélatine ; contrairement aux autres végétaux sans chlorophylle, elles vivent et se multiplient dans des milieux purement minéraux, dépourvus de carbone organique et ne contenant que de l'anhydride carbonique sous forme de calcite. Mais, à l'inverse des plantes à chlorophylle, elles peuvent assimiler l'anhydride carbonique minéral, aussi bien à l'obscurité (formation des nitrates dans les caves, les cavernes) qu'à la lumière. M. Winogradsky a réalisé la culture des nitrobactéries en milieu alcalin, sur de la silice gélatineuse.

Les deux phases successives de la nitrification, faciles à mettre en évidence dans le laboratoire, sont peu aisées à différencier par l'étude directe du sol ; il est difficile en effet de saisir sur le fait dans celui-ci la phase nitreuse. Les nitrites y sont oxydés au fur et à mesure de leur production, grâce à la coexistence des deux ferments, qui vivent dans le sol en symbiose étroite. Si l'on fait dans le laboratoire une culture en milieu liquide, les colonies se produisent au fond du vase, au contact du calcaire. C'est la phase nitreuse qui, au début, est surtout évidente, car les bactéries nitriques, se développent dans ce milieu plus lentement que les bactéries nitreuses.

Dans les cavernes, la production des nitrates est due aussi à la décomposition des cadavres d'animaux, comme cela a lieu dans celle de Minerve, connue par les travaux de M. A. Gautier, et dont il sera question à l'article *brushite* (tome IV). Au cours dela fermentation putride, qui accompagne et suit la fermentation ammoniacale, dans la décomposition des matières albuminoïdes, non seulement il se forme aux dépens des muscles et sous l'influence de bactéries anaérobies, des composés

ammoniacaux, mais encore des amides, des alcaloïdes, des acides libres ou combinés à l'ammoniaque, des produits sulfurés (hydrogène sulfuré) et phosphorés ; ces derniers s'oxydent pendant la période de nitrification des sels ammoniacaux et en réagissant sur les roches voisines donnent naissance à des sulfates (gypse) et des phosphates (brushite, minervite), qui subsistent seuls comme ultime résidu de ces fermentations successives. On comprend facilement en effet que ces minéraux, grâce à leur faible solubilité, puissent persister plus longtemps dans les cavernes humides que les nitrates extrêmement solubles dans l'eau, alors que placés dans des conditions de sécheresse suffisantes, ces derniers devraient exister en plus grande quantité que les phosphates.

Il n'y a lieu de citer en France d'une façon spéciale aucun gisement de nitre ou de nitrocalcite ; ces minéraux abondent sous forme d'efflorescences un peu partout, toutes les fois que sont réalisées les conditions énoncées plus haut.

Je noterai seulement que les assises crayeuses, dans lesquelles ont été jadis creusées des habitations troglodytiques, doivent à leur porosité et à l'antique malpropreté de ces dernières, une abondante formation de nitre et de nitrocalcite (Laroche-Guyon (*Seine-et-Oise*), environs de Tours (*Indre-et-Loire*), d'Angoulême (*Charente*), etc.).

Pendant la guerre de 1870, des essais ont été faits à Paris sur la richesse en nitrates des vieux plâtras ; elle a été trouvée en moyenne de 1 à 1,5 pour cent et de 4 au maximum.

Les nitrières artificielles sont abandonnées complètement aujourd'hui, depuis que les gisements de l'Amérique du Sud fournissent en abondance de la nitratine et que l'on commence à faire industriellement des nitrates à l'aide de l'azote atmosphérique.

Algérie. — La région saharienne de l'Algérie a été une source importante de nitre pour les indigènes avant l'occupation française. M. Flamand a particulièrement étudié la question pour le Sud-Oranais (*Docum. pour servir à l'étude du N.-O. afric.* Alger. 1897. 108) et indiqué les principales régions du Gourara (Timimoun, Guerara), du Touat, du Tidikelt et du pays des Touaregs, dans lesquelles ce minéral était exploité. L'analyse d'échantillons grossièrement raffinés par les indigènes indique 68 à 69 °/₀ de nitrate de potassium et 30 à 28 °/₀ de nitrate de sodium. L'échantillon que m'a communiqué M. Flamand provenant de la sebkha de Timimoun est constitué par une masse très

cristalline, miarolitique, formée par l'enchevêtrement de longues aiguilles de nitre, atteignant un centimètre.

Étant donnée la quantité relativement grande de produits exportés du désert, on peut se demander si ce nitre, dont aucun échantillon brut n'a pu être examiné jusqu'à présent, est un produit extrait par lessivage de terres salpêtrées par les procédés exposés plus haut, ou s'il ne provient pas plutôt de dépôts continus, comparables aux gisements de *caliche* du Chili et de la Bolivie. La composition chimique du produit est plutôt favorable à la première hypothèse ; l'abondance du sodium dans ce nitre peut s'expliquer par la richesse en chlorure de sodium du sol de la région désertique, dont il s'agit ici.

Cependant dans une note relativement récente (*B. S. G. F.* II. 1902. 366), M. Flamand a décrit de nouveaux échantillons provenant de gisements du Touat. La sebkha des Oulad Mahmond est le gisement nitrifère le plus riche. Le nitre s'y trouve uniquement à la surface du sol, agglomérant avec sel gemme le sable qui recouvre une couche plus riche en sel gemme (pleistocène récent). M. Flamand admet que les nitrates montent dans le sol par capillarité et proviennent par suite de gisements profonds, dont la réalité cependant reste à démontrer.

Dans la partie moins méridionale de l'Algérie, notamment aux environs de Biskra, de Constantine, le nitre abonde particulièrement dans les ruines des anciens villages arabes, dans les grottes où se réfugiaient jadis les nomades et où ils abritaient leurs troupeaux. Boussingault a donné (*Agronomie*. IV. 14. 1868) l'analyse suivante de croûtes cristallines tapissant les parois d'une grotte de la colline de Mansourah, près de Constantine : nitrate de potassium 86,0 ; nitrate de calcium et de magnésium 3,0 ; chlorure de sodium 6,0 ; eau 3,5 ; résidu insoluble 1,5 = 100,0.

NITROMAGNÉSITE

$$Mg(AzO^3)^2 + n\ H^2O$$

La nitromagnésite, dont les caractères extérieurs sont analogues à ceux de la nitrocalcite, n'en diffère que par les caractères chimiques, tirés du remplacement de la chaux par la magnésie. Elle a été signalée à la surface de roches magnésiennes ou dolomitiques. On peut se demander

si, dans ce gisement, on ne se trouve pas plutôt en présence d'une nitrocalcite magnésienne ; je n'ai pas eu l'occasion d'étudier personnellement d'échantillons de ce minéral.

Jura. — *Jura*. Ogérien (*Hist. nat. du Jura*, I. 302. 1865) a signalé des efflorescences de nitromagnésite dans les fentes des marnes irisées de Baume et de Salins ; le minéral avait une saveur amère, moins piquante que celle de l'epsomite, qui a été trouvée dans les mêmes conditions.

CARBONATES

CARBONATES ANHYDRES

GROUPES DE LA CALCITE ET DE L'ARAGONITE

Le tableau suivant permet de paralléliser ces deux remarquables groupes de minéraux, qui sont, les uns rhomboédriques (calcite), les autres orthorhombiques (aragonite).

GROUPE DE LA CALCITE		GROUPE DE L'ARAGONITE
Calcite	Ca CO^3	*Aragonite.*
Dolomite	Ca Mg $(CO^3)^2$	
Ankérite	$CaCO^3$, (Mg, Fe)CO^3	
Giobertite	$MgCO^3$	
Breunérite ...	(Mg, Fe)CO^3	
Mésitite	$2MgCO^3$, $FeCO^3$	
Pistomésite ..	$MgCO^3$, $FeCO^3$	
Sidérite	$FeCO^3$	
Dialogite	$MnCO^3$	
Oligonite	(Mn, Fe)CO^3	
Smithsonite	$ZnCO^5$	
**Sphérocobaltite.*	$CoCO^3$	
	(Ca, Ba)CO^3	**Alstonite.*
	$BaCO^3$	*Withérite.*
	$SrCO^3$	*Strontianite.*
	$PbCO^3$	*Cérusite.*

Dans ces deux groupes, le $CaCO^3$ est le seul, dont les deux formes distinctes soient connues ; mais il existe une calcite très barytique (*barycalcite*) et une calcite (*plumbocalcite*) riche en plomb. Inversement, on connaît une cérusite (*iglésiasite*) zincifère.

Le carbonate de calcium n'est pas seulement dimorphe, il est trimorphe, ainsi que le démontre l'existence du minéral, que j'ai décrit sous le nom de *ctypéite*.

GROUPE DE LA CALCITE

Les carbonates de ce groupe sont caractérisés par un rhomboèdre voisin de 105°, parallèlement aux faces duquel ont lieu des clivages faciles.

Le tableau suivant met en regard l'angle de ces clivages et la densité de ces divers minéraux, deux des caractères les plus propres à les faire distinguer les uns des autres.

	pp	Densité
Calcite	105° 5′	2.71
Dolomite	106°15′	2.8 à 2.95
Ankérite	106°12′	2.95 à 3.1
Giobertite	107°30′	3 à 3.12
Breunnérite	107°25′	3.12 à 3.2
Mésitite	107°14′	3.33 à 3.36
Pistomésite	107°18′	3.42
Sidérite	107°	3.83 à 3.88
Dialogite	107°	3.50 à 3.66
Smithsonite	107°40′	4.3 à 4.45

Tous ces minéraux sont très biréfringents, uniaxes et optiquement négatifs. La valeur de leurs indices de réfraction peut servir à leur distinction.

Tous sont solubles dans les acides avec une vive effervescence, les uns à froid (calcite, smithsonite), les autres seulement à chaud.

Ces carbonates rhomboédriques ont été considérés pendant longtemps comme constituant le type le plus parfait d'une série isomorphe, tous les termes de passage, à propriétés physiques intermédiaires, étant possibles entre les extrêmes. Il y a probablement lieu de faire de sérieuses réserves pour deux d'entre eux, la dolomite et l'ankérite, qui sont plus probablement des combinaisons définies et équimoléculaires,

car si leurs propriétés physiques (densité, angles, etc.) sont intermédiaires entre celles des carbonates de calcium et de magnésium, elles ne paraissent pas être rigoureusement ce qu'elles devraient être dans le cas d'une série isomorphe [1] ; de plus, ces deux minéraux se distinguent des deux termes extrêmes de la famille par un caractère d'une grande importance au point de vue morphologique. Alors que tous les autres carbonates sont nettement *holoédriques*, la dolomite et l'ankérite fournissent des figures de corrosion dissymétriques et la dolomite présente dans ses cristaux une *parahémiédrie* incontestable. Sans préjuger de la question théorique, je crois donc devoir ranger dans une famille spéciale ces deux minéraux, dont la position, par rapport à la calcite, est, dans une certaine mesure, comparable à celle de l'ilménite, parahémiédrique, vis-à-vis du groupe de l'hématite holoédrique.

FAMILLE HOLOÉDRIQUE

CALCITE

$CaCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 105° 5'$.

Angle plan de $p = 101°55'$.

$[a : c = 1 : 0{,}85430.]$

Formes observées: a^1 (0001) (111); e^2 $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2})$, d^1 $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1})$, A $= (d^{1/5}\ d^{1/4}\ b^{1/9})$ $(1.13.\bar{1}\bar{4}.0)$ $(54\bar{9})$ [2] ;

a^4 $(10\bar{1}2)$ (411) ; e^6 $(70\bar{7}4)$ $(61\bar{1})$, $e^{28/5}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.6)$ $(28.\bar{5}.\bar{5})$, e^5 $(20\bar{2}1)$ $(5\bar{1}\bar{1})$, e^4 $(50\bar{5}2)$ $(4\bar{1}\bar{1})$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$ $(7\bar{2}\bar{2})$, e^3 $(40\bar{4}1)$ $(3\bar{1}\bar{1})$, $e^{20/7}$ $(90\bar{9}2)$

1. M. Retgers, partisan de l'hypothèse de la combinaison chimique, a fait valoir divers arguments en faveur de celle-ci : la densité de la dolomite est plus grande que celle (2,843) calculée dans l'hypothèse contraire, il y a donc contraction. La considération du coefficient de dilatation, de la conductibilité thermique, du volume moléculaire plaide aussi en faveur de cette hypothèse (*N. J.*, 1891, I. 132).

2. Ce prisme dodécagone m'a été signalé par M. Cesáro, en combinaison avec b^1 , sur un cristal provenant de *Savoie*, sans indication plus précise.

$(20.\bar{7}.\bar{7})$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ $(11.\bar{4}.\bar{4})$, $e^{8/3}$ $(11.0.\overline{11}.2)$ $(8\bar{3}\bar{3})$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ $(13.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ $(5\bar{2}\bar{2})$, $e^{12/5}$ $(17.0.\overline{17}.2)$ $(12.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{7/3}$ $(10.0.\overline{10}.1)$ $(7\bar{3}\bar{3})$, $e^{9/4}$ $(13.0.\overline{13}.1)$ $(9\bar{4}\bar{4})$, $e^{11/5}$ $(16.0.\overline{16}.1)$ $(11.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{37/17}$ $(18.0.\overline{18}.1)$ $(37.\overline{17}.\overline{17})$, $e^{19/9}$ $(28.0.\overline{28}.1)$ $(19.\bar{9}.\bar{9})$;

b^1 $(01\bar{1}2)$ (110), $e^{1/8}$ $(03\bar{3}5)$ $(88\bar{1})$, $e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$ $(55\bar{1})$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$ $(33\bar{1})$, $e^{2/5}$ $(07\bar{7}8)$ $(55\bar{2})$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ $(22\bar{1})$, $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$ $(55\bar{3})$, $e^{12/19}$ $(0.31.\overline{31}.26)$ $(19.19.\overline{12})$, $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$ $(33\bar{2})$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$ $(44\bar{3})$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ $(55\bar{4})$, $(17.17.\overline{12})$, $e^{6/7}$ $(0.13.\overline{13}.8)$ $(77\bar{6})$, $e^{12/17}$ $(0.29.\overline{29}.22)$ $(17.17.\overline{12})$, $e^{31/32}$ $(0.21.\overline{21}.11)$ $(32.32.\overline{31})$, e^1 $(02\bar{2}1)$ $(11\bar{1})$, $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$ $(13.13.\overline{14})$, $e^{19/17}$ $(0.12.\overline{12}.5)$ $(17.17.\overline{19})$, $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$ $(77\bar{8})$, $e^{6/5}$ $(0.11.\overline{11}.4)$ $(55\bar{6})$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ $(44\bar{5})$, $e^{22/17}$ $(0.13.\overline{13}.4)$ $(17.17.\overline{22})$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ $(33\bar{4})$, $e^{19/14}$ $(0.11.\overline{11}.3)$ $(14.14.\overline{19})$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ $(55\bar{7})$, $e^{16/11}$ $(09\bar{9}2)$ $(11.11.\overline{16})$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ $(22\bar{3})$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ $(33\bar{5})$, $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$ $(44\bar{7})$, $e^{9/5}$ $(0.14.\overline{14}.1)$ $(55\bar{9})$, $e^{11/6}$ $(0.17.\overline{17}.1)$ $(6.6.\overline{11})$, $e^{15/8}$ $(0.23.\overline{23}.1)$ $(8.8.\overline{15})$, $e^{49/26}$ $(0.25.\overline{25}.1)$ $(26.26.\overline{49})$;

Zone $b^1 p d^1$. Scalénoèdres directs : b^{10} $(9.1.\overline{10}.11)$ $(10.1.0)$, b^9 $(8.1.\bar{9}.10)$ (910), b^8 $(71\bar{8}9)$ (810), b^7 $(61\bar{7}8)$ (710), b^6 $(51\bar{6}7)$ (610), b^5 $(41\bar{5}6)$ (510), $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$ (920), b^4 $(31\bar{4}5)$ (410), $b^{10/3}$ $(7.3.\overline{10}.13)$ $(10.3.0)$, b^3 $(21\bar{3}4)$ (310), $b^{17/6}$ $(11.6.\overline{17}.23)$ $(17.6.0)$, $b^{5/2}$ $(32\bar{5}7)$ (520), $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$ (730), $b^{13/6}$ $(7.6.\overline{13}.19)$ $(13.6.0)$; *isoscéloèdre* b^2 $(11\bar{2}3)$ (210); *scalénoèdres inverses :* $b^{7/4}$ $(3.4.\bar{7}.11)$ (740), $b^{8/5}$ $(3.5.\bar{8}.13)$ (850), $b^{3/2}$ $(12\bar{3}5)$ (320), $b^{4/3}$ $(13\bar{4}7)$ (430), $b^{5/4}$ $(14\bar{5}9)$ (540).

$d^{17/2}$ $(17.2.\overline{19}.15)$ $(17.0.\bar{2})$, d^7 $(71\bar{8}6)$ $(70\bar{1})$, d^6 $(61\bar{7}5)$ $(60\bar{1})$, d^5 $(51\bar{6}4)$ $(50\bar{1})$, $d^{13/3}$ $(13.3.\overline{16}.10)$ $(13.0.\bar{3})$, d^4 $(41\bar{5}3)$ $(40\bar{1})$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ $(70\bar{2})$, d^3 $(31\bar{4}2)$ $(30\bar{1})$, $d^{8/3}$ $(8.3.\overline{11}.5)$ $(80\bar{3})$, $d^{5/2}$ $(52\bar{7}3)$ $(50\bar{2})$, $d^{11/5}$ $(11.5.\overline{16}.6)$ $(11.0.\bar{5})$, $d^{15/7}$ $(15.7.\overline{22}.8)$ $(15.0.\bar{7})$, d^2 $(21\bar{3}1)$ $(20\bar{1})$, $d^{17/9}$ $(17.9.\overline{26}.8)$, $(17.0.\bar{9})$, $d^{7/4}$ $(7.4.\overline{11}. 3)$ $(70\bar{4})$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $(50\bar{3})$, $d^{8/5}$ $(8.5.\overline{13}.3)$ $(80\bar{5})$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ $(30\bar{2})$, $d^{19/13}$ $(19.13.\overline{32}.6)$ $(19.0.\overline{13})$, $d^{11/8}$ $(11.8.\overline{19}.3)$ $(11.0.\bar{8})$, $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$ $(40\bar{3})$, $d^{9/7}$ $(9.7.\overline{16}.2)$ $(90\bar{7})$, $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$ $(50\bar{4})$, $d^{6/5}$ $(6.5.\overline{11}.1)$ $(60\bar{5})$, $d^{15/13}$ $(15.13.\overline{28}.2)$ $(15.0.\overline{13})$;

Zone pe^1d^1. Scalénoèdre direct : e_4 $(32\bar{5}4)$ $(41\bar{1})$; *isoscéloèdre :* e_3 $(22\bar{4}3)$ $(31\bar{1})$; *scalénoèdres inverses :* e_2 $(12\bar{3}2)$ $(21\bar{1})$, $e_{3/2}$ $(14\bar{5}3)$ $(32\bar{2})$, $e_{3/4}$ $(17\bar{8}3)$ $(34\bar{4})$, $e_{2/3}$ $(15\bar{6}2)$ $(23\bar{3})$, $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ $(12\bar{2})$, $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ $(13\bar{3})$;

Zone $d^1e^3d^2e^1$. Scalénoèdre direct : $v = (b^{1/5}\ d^1\ d^{1/2})$ $(62\bar{8}1)$ $(51\bar{3})$; *isocéloèdre :* $\alpha = (d^{1/5}\ d^1\ b^{1/3})$ $(44\bar{8}3)$ $(51\bar{3})$; *scalénoèdres inverses :* $\varkappa = (d^{1/8}\ d^{1/2}\ b^{1/5})$ $(6.7.\overline{13}.5)$ $(82\bar{5})$, $\gamma = (d^{1/3} d^1\ b^{1/2})$ $(23\bar{5}2)$ $(31\bar{2})$, $\pi = (d^{1/7} d^{1/3} b^{1/5})$ $(4.8.\overline{12}.5.)$ $(73\bar{5})$, $\rho = (d^{1/4} d^{1/2} b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$ $(42\bar{3})$, $\omega = (d^{1/9}\ d^{1/5}\ b^{1/7})$ $(4.12.\overline{16}.7)$ $(95\bar{7})$, $\Theta = (d^{1/5}\ d^{1/3} b^{1/4})$ $(27\bar{9}4)$ $(53\bar{4})$, $\mathrm{T} = (d^{1/6}$

$d^{1/4}\ b^{1/5})$ $(2.9.\bar{1}\bar{1}.5)$ $(64\bar{5})$, $X = (d^{1/13}\ d^{1/11}\ b^{1/12})$ $(2.23.\bar{2}\bar{5}.12)$ $(11.13.\bar{1}\bar{2})$;

Formes ne faisant pas partie des zones précédentes. Scalénoèdres directs : $D = (b^{1/11}\ d^1\ d^{1/7})$ $(42\bar{6}1)$ $(11.\bar{1}.\bar{7})$; $\Phi = (b^{1/15} d^{1/2} d^{1/10})$ $(17.8.\bar{2}\bar{5}.3)$ $(15.\bar{2}.\bar{1}\bar{0})$; $S = (d^1\ d^{1/21}\ b^{1/33})$ $(34.20.\bar{5}\bar{4}.11)$ $(33.\bar{1}.\bar{2}\bar{1})$; $\nu'' = (d^{1/19}\ d^{1/5}\ b^{1/32})$ $(37.14.\bar{5}1.8)$ $(32.\bar{1}9.\bar{5})$, $d = (d^{1/102} d^1\ b^{1/69})$ $(101.70.\bar{1}\bar{7}\bar{1}.34)$ $(102.\bar{1}.\bar{6}\bar{9})$; $f = (b^{1/10}\ d^1 d^{1/13})$ $(12.11.\bar{2}\bar{3}.4)$ $(23.\bar{1}\bar{2}.\bar{4})$; *isoscéloèdres :* $\xi = (d^{1/7} d^1\ b^{1/5})$ $(22\bar{4}1)$ $(71\bar{5})$, $\Gamma = (d^{1/8}\ d^1\ b^{1/6})$ $(7.7.\bar{1}\bar{4}.3)$ $(81\bar{6})$, $L = (d^{1/9}\ d^1\ b^{1/7})$ $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$ $(91\bar{7})$; *scalénoèdres inverses :* $\gamma = (d^{1/5}\ d^{1/2}\ b^{1/3})$ $(35\bar{8}4)$ $(52\bar{3})$; $U = (d^{1/29}\ d^{1/10}\ b^{1/26})$ $(19.36.\bar{5}\bar{5}.13)$ $(29.10.\bar{2}\bar{6})$; $V = (d^{1/36}\ d^{1/20}\ b^{1/39})$ $(16.59.\bar{7}\bar{5}.17)$ $(36.20.\bar{3}\bar{9})$; $J = (d^{1/17}\ d^{1/8}\ b^{1/15})$ $(9.23.\bar{3}\bar{2}.10)$ $(17.8.\bar{1}\bar{5})$; $K = (d^{1/6}\ d^{1/2}\ b^{1/5})$ $(4.7.\bar{1}\bar{1}.3)$ $(62\bar{5})$, $K_1 = (d^{1/4} d^1 b^{1/3})$ $(34\bar{7}2)$ $(41\bar{3})$; $\beta = (d^{1/5}\ d^1\ b^{1/4})$ $(45\bar{9}2)$ $(51\bar{4})$; $\varepsilon = (d^{1/7}\ d^{1/2}\ b^{1/6})$ $(5.8.\bar{1}\bar{3}.3)$ $(72\bar{6})$; $\lambda = (d^{2/3}\ d^1 b^{1/2})$ $(16\bar{7}1)$ $(32\bar{4})$.

Macles. Les macles de la calcite sont nombreuses ; leur plan est toujours compris dans la zone $a^1\ e^2$.

1° Macle par rotation autour de l'axe ternaire. Elle se fait par accolement suivant a^1 (0001) (fig. 1, 2 et 141) ou plus rarement suivant e^2 $(10\bar{1}0)$ (fig. 58 et 192 *bis*), par pénétration (fig. 140), par entrecroisement (fig. 216), ou enfin par recouvrement (fig. 199 et 200).

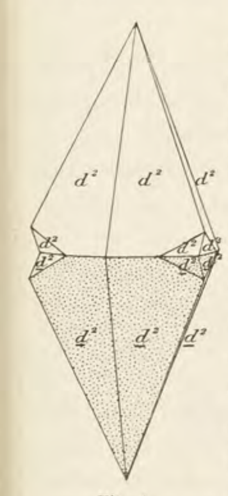


Fig. 1.
Macle suivant a^1 de deux scalénoèdres.

Cette macle est de beaucoup la plus fréquente, elle s'observe de préférence dans les cristaux offrant certaines formes : p, des scalénoèdres b^x ou d^x, e^2 ou les rhomboèdres aigus voisins, etc., à l'exclusion, au moins à ma connaissance, de certaines autres, telles que e^1 $(02\bar{2}1)$ et les rhomboèdres inverses voisins.

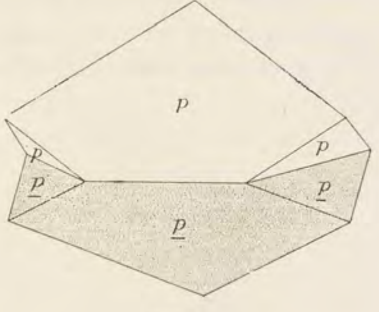


Fig. 2.
Macle suivant a^1 de deux rhomboèdres.

On verra plus loin de nombreux exemples de cette macle, dans lesquels les individus constituants sont des scalénoèdres (fig. 48, 60, 61, 63, 64 *bis*, 65, 82, 193, 195 et 221), des prismes ou des rhomboèdres voisins (fig. 84, 124, 141, 146 et 204), des isoscéloèdres (fig. 56 et 57).

2° Macle suivant b^1 (01$\bar{1}$2); les axes verticaux font entre eux des angles de 127°29′32″ et de 52°30′28′. $p\underline{p}$ = 141°44′ (rentr.).

Cette macle n'est pas très commune dans les cristaux distincts (fig. 3, 4, 59, 93, 259) ; quand ceux-ci sont des scalénoèdres, ils sont parfois allongés suivant une arête d^2 e^1 (fig. 5) et le groupement devient souvent alors prismatique suivant l'arête de la zone d^2 e^1, dont fait partie le plan de macle (voir pour plus de détails, page 562 où sont décrites des macles présentant ces divers types de développement).

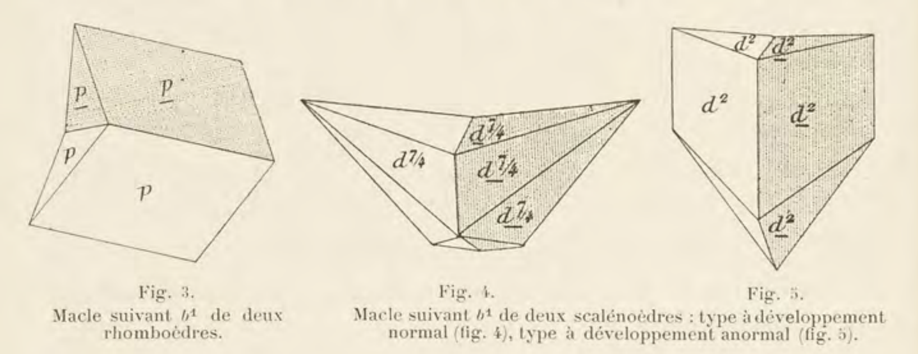


Fig. 3. Macle suivant b^1 de deux rhomboèdres.

Fig. 4. Fig. 5. Macle suivant b^1 de deux scalénoèdres : type à développement normal (fig. 4), type à développement anormal (fig. 5).

Par contre, cette macle est fréquente sous forme de lames polysynthétiques et elle est alors généralement d'origine secondaire. Elle peut être obtenue artificiellement (Bamhauer).

M. Inostranzeff a proposé de se servir de cette macle microscopique comme caractère distinctif de la calcite et des autres carbonates rhomboédriques. On verra plus loin qu'elle existe, avec les mêmes particularités, dans la sidérite et dans la dialogite.

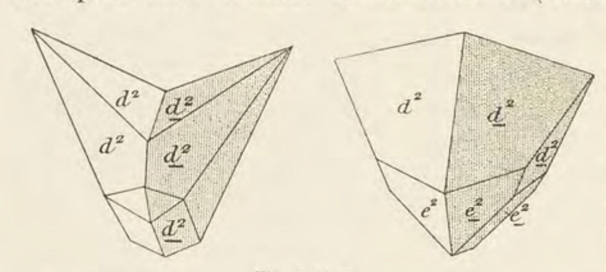


Fig. 6 et 7. Macle suivant p de deux scalénoèdres : type à développement normal (fig. 6), type à développement anormal (fig. 7).

3° Macle suivant p (10$\bar{1}$1). Les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 90°47′ et de 89°13′.

Les deux cristaux maclés ont un clivage commun (parallèle au plan de macle) dans la même zone, $p\underline{p}$ = 149°50′. Cette macle est rare

(fig. 6 et 7). Je ne l'ai observée que dans un seul gisement français ; les cristaux constituants sont formés par le prisme e^2, comme cela a lieu dans le Cumberland, mais ils sont surmontés par le scalénoèdre d^2 (fig. 95).

4° Macle suivant e^1 ($02\bar{2}1$). Les axes verticaux des cristaux maclés font entre eux des angles de 53°45′ et de 126°15′. $p\underline{p}$ = 144°32′ (saill.). Cette macle est rare (fig. 8, 9, 73 à 81, 138, 149, 201, 225, 226).

Quand les individus constituant les macles suivant b^1, p et e^1 sont des scalénoèdres, ceux-ci présentent souvent un développement anormal de certaines faces et la réduction ou la disparition de certaines autres. Il en résulte les divers aspects, mis en évidence par les figures 5, 7 et 9, placées en regard de la figure théorique normale correspondante [Penfield et Forbes (*Am. J. of sc.*, X, 1900, 237] et aussi par les figures 73 à 81 : ils consistent en assemblages plus simples de forme que le type normal et tendant à la réduction ou à la disparition des angles rentrants. On en trouvera de beaux exemples décrits plus loin.

Fig. 8 et 9.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres : type normal (fig. 8), type à développement anormal (fig. 9).

5° Macle suivant e^5 ($20\bar{2}1$). J'ai découvert cette nouvelle macle dans un échantillon, qui est décrit page 563 ; elle tire son principal intérêt de ce que e^5 est l'inverse de e^1. Les axes verticaux des deux individus font donc entre eux les mêmes angles que dans la macle précédente, mais l'angle $p\underline{p}$ est de 37° 1′ 25″.

Cette macle est très voisine de la macle b^1, puisque les plans e^5 et b^1 font entre eux un angle presque droit.

Fig. 10.
Projection sur la base d'un groupement à axes parallèles, symétrique par rapport à d^1.

Il faut noter enfin les groupements à axes parallèles, formés de cristaux, symétriques par rapport à d^1 ($11\bar{2}0$) (fig. 10), et notamment ceux de trois rhomboèdres (fig. 121, 136, 137, 171). Dans la dolomite parahémiédrique, ce groupement devient une véritable macle.

Un récent travail de M. St. Kreutz (*Denksch. Kais. Akad. Wiss. Wien.*, LXXX, 1907, 15), dans lequel sont passés en revue les gisements connus de macles de calcite, montre l'intérêt de celles décrites plus loin et qui proviennent de gisements inédits.

Dans ce travail, l'auteur fait voir que les macles sont plus grosses et plus riches en faces que les cristaux simples voisins ; leur volume est généralement plus du double de celui d'un cristal non maclé de même forme. Dans les macles à axes inclinés, l'accroissement est maximum suivant la direction servant de bissectrice à l'angle formé par les axes verticaux des deux composants[1]. Les angles rentrants tendent à se combler, par la production de faces vicinales, plus fréquentes en ces points qu'ailleurs, de faces en escalier, etc. Le développement anormal de faces, la fréquence d'un allongement suivant l'axe de la zone, comprenant le plan de macle, particularités signalées plus haut, sont des manifestations de la même tendance.

J'ai dû mesurer beaucoup de cristaux de calcite ; certains angles ont été observés un grand nombre de fois. Il m'a semblé inutile de reproduire ces mesures, qui compliqueraient, sans intérêt, le tableau d'angles : je ne donne donc ci-contre que le résultat du calcul. Le procédé le plus pratique pour orienter un cristal de calcite consiste à y déterminer un clivage p, qui fournit des réflexions meilleures que la plupart des faces naturelles. Aussi ai-je donné l'angle avec p de toutes les formes observées : c'est l'un des angles que j'ai toujours mesuré : j'y joins les angles culminants des rhomboèdres, et ceux de certaines zones importantes, que j'ai utilisées pour la détermination de mes cristaux : les angles ont été rapportés à la forme ou aux formes les plus communes (d^2, e^1, b^1). Quant aux scalénoèdres et aux isoscéloèdres, j'en ai donné les éléments, en plaçant dans des tableaux distincts les directs, dont l'angle sur $e^{x>2}$ est plus grand que celui sur $e^{x<2}$, des inverses, dans lesquels cette propriété est renversée : les isoscéloèdres ont été placés entre ces deux catégories de formes. J'ai réuni tous les scalénoèdres et l'isoscéloèdre de la zone $p\ b^1$ dans un même tableau, afin de faciliter les recherches et j'ai classé les autres formes en mettant ensemble celles qui font partie des mêmes zones importantes.

1. Cette étude est basée sur la notion de la *distance au centre* de M. Becke, qui est mesurée par la longueur de la perpendiculaire abaissée du centre géométrique du cristal sur les faces considérées. La distance au centre des faces limitrophes du plan d'accolement est toujours plus grande que celle des autres faces de la même forme plus éloignées de ce plan.

Angles calculés.	
$e^2\ e^2$	120°
$d^1\ d^1$	120°
A A sur e^2	172°40′
$p\ a^1$	135°23′
$p\ a^4$	161°38′
$p\ e^6$	164°42′
$p\ e^{28/5}$	163°33′
$p\ e^5$	161°29′
$p\ e^4$	156°41′
$p\ e^{7/2}$	153°17′
$p\ e^3$	148°50′
$p\ e^{20/7}$	147°19′
$p\ e^{11/4}$	146° 5′
$p\ e^{8/3}$	145° 3′
$p\ e^{13/5}$	144°12′
$p\ e^{5/2}$	142°52′
$p\ e^{12/5}$	141°25′
$p\ e^{7/3}$	140°24′
$p\ e^{9/4}$	138°54′
$p\ e^{11/5}$	138°15′
$p\ e^{37/17}$	137°50′
$p\ e^{19/9}$	136° 5′
$p\ e^2$	134°37′
$p\ b^1$	109° 8′
$p\ e^{1/8}$	104°46′
$p\ e^{1/5}$	102° 3′
$p\ e^{1/3}$	97° 6′
$p\ e^{2/5}$	94°35′
$p\ e^{1/2}$	90°46′
$p\ e^{3/5}$	86°57′
$p\ e^{12/19}$	85°46′
$p\ e^{2/3}$	84°25′
$p\ e^{17/25}$	83°56′
$p\ e^{3/4}$	81°16′
$p\ e^{4/5}$	79°26′
$p\ e^{6/7}$	77°21′
$p\ e^{31/32}$	73°21′
$p\ e^1$	72°16′
$p\ e^{14/13}$	69°39′
$p\ e^{19/17}$	68°17′
$p\ e^{\ /7}$	67°27′
$p\ e^{6/5}$	65°37′
$p\ e^{5/4}$	64° 3′
$p\ e^{22/17}$	62°43′

Angles calculés.	
$p^{4/3}$	61°32′
$p\ e^{19/14}$	60°51′
$p\ e^{7/5}$	59°36′
$p\ e^{16/11}$	58° 5′
$p\ e^{3/2}$	56°51′
$p\ e^{5/3}$	52°36′
$p\ e^{7/4}$	50°39′
$p\ e^{9/5}$	49°31′
$p\ e^{11/6}$	48°48′
$p\ e^{15/8}$	47°55′
$p\ e^{49/26}$	47°43′
$p\ e^2$	45°23′
$b^1\ e^{1/8}$	175°38′
$b^1\ e^{1/5}$	172°55′
$b^1\ e^{1/3}$	167°58′
$b^1\ e^{2/5}$	165°27′
$b^1\ e^{1/2}$	161°38′
$b^1\ e^{3/5}$	157°49′
$b^1\ e^{12/19}$	156°38′
$b^1\ e^{2/3}$	155°17′
$b^1\ e^{17/25}$	154°48′
$b^1\ e^{3/4}$	152° 9′
$b^1\ e^{4/5}$	150°18′
$b^1\ e^{6/7}$	148°33′
$b^1\ e^{31/32}$	144°13′
$b^1\ e^1$	143° 8′
$b^1\ e^{14/13}$	140°29′
$b^1\ e^{19/17}$	139° 9′
$b^1\ e^{8/7}$	138°19′
$b^1\ e^{6/5}$	136°29′
$b^1\ e^{5/4}$	134°55′
$b^1\ e^{22/17}$	133°35′
$b^1\ e^{4/3}$	132°24′
$b^1\ e^{19/14}$	131°12′
$b^1\ e^{7/5}$	130°28′
$b^1\ e^{16/11}$	128°57′
$b^1\ e^{3/2}$	127°43′
$b^1\ e^{5/3}$	123°28′
$b^1\ e^{7/4}$	121°31′
$b^1\ e^{9/5}$	120°23′
$b^1\ e^{11/6}$	119°40′
$b^1\ e^{15/8}$	118°47′
$b^1\ e^{49/26}$	118°35′
$b\ e^2$	116°15′

Angles calculés.	
$b^1\ e^{19/9}$	114°49′
$b^1\ e^{37/17}$	113° 2′
$b^1\ e^{11/5}$	112°37′
$b^1\ e^{9/4}$	111°58′
$b^1\ e^{7/3}$	110°28′
$b^1\ e^{12/5}$	109°27′
$b^1\ e^{5/2}$	108° 0′
$b^1\ e^{13/5}$	106°39′
$b^1\ e^{8/3}$	105°48′
$b^1\ e^{11/4}$	104°47′
$b^1\ e^{20/7}$	103°33′
$b^1\ e^3$	102° 2′
$b^1\ e^{7/2}$	97°35′
$b^1\ e^4$	94°11′
$b^1\ e^5$	89°12′
$b^1\ e^{28/5}$	87°19′
$b^1\ e^6$	86°10′
$b^1\ a^4$	52°30′
$b^1\ a^1$	26°15′

Rhomboèdres directs.

$a^4\ a^4$	134°57′
$e^6\ e^6$ s. $e^{2/5}$	82°56′
$e^{28/5}\ e^{28/5}$	81°27′
$e^5\ e^5$	78°51′
$e^4\ e^4$ s. $e^{2/3}$	73°15′
$e^{7/2}\ e^{7/2}$	69°44′
$e^3\ e^3$ s. e^1	65°50′
$e^{20/7}\ e^{20/7}$	64°41′
$e^{11/4}\ e^{11/4}$	63°51′
$e^{8/3}\ e^{8/3}$	63°12′
$e^{13/5}\ e^{13/5}$	62°43′
$e^{5/2}\ e^{5/2}$	62° 1′
$e^{12/5}\ e^{12/5}$	61°23′
$e^{7/3}\ e^{7/3}$	61° 0′
$e^{9/4}\ e^{9/4}$	60°36′
$e^{11/5}\ e^{11/5}$	60°24′
$e^{37/17}\ e^{37/17}$	60°19′
$e^{19/9}\ e^{19/9}$	60° 8′

Rhomboèdres inverses.

$b^1\ b^1$ s. a^2	134°57′
$e^{1/8}\ e^{1/8}$	127°39′
$e^{1/5}\ e^{1/5}$	123°10′

	Angles calculés.
$e^{1/3}\,e^{1/3}$	115° 7′
$e^{2/5}\,e^{2/5}$	111° 4′
$e^{1/2}\,e^{1/2}$ s. a^4	105° 5′
$e^{3/5}\,e^{3/5}$	99°14′
$e^{12/19}\,e^{12/19}$	97°26′
$e^{2/3}\,e^{2/3}$	95°28′
$e^{17/25}\,e^{17/25}$	94°44′
$e^{3/4}\,e^{3/4}$	90°55′
$e^{4/5}\,e^{4/5}$	88°18
$e^{6/7}\,e^{6/7}$	85°26′
$e^{31/32}\,e^{31/32}$	80°12′
$e^1\,e^1$ s. p	78°51′
$e^{14/13}\,e^{14/13}$	75°43′
$e^{19/17}\,e^{19/17}$	74°10′
$e^{8/7}\,e^{8/7}$	73°15′
$e^{6/5}\,e^{6/5}$	71°18′
$e^{5/4}\,e^{5/4}$	69°44′
$e^{22/17}\,e^{22/17}$	68°29′
$e^{4/3}\,e^{4/3}$	67°25′
$e^{19/14}\,e^{19/14}$	66°50′
$e^{7/5}\,e^{7/5}$	65°50′
$e^{16/11}\,e^{16/11}$	64°41′
$e^{3/2}\,e^{3/2}$ s. e^4	63°51′
$e^{5/3}\,e^{5/3}$	61°34′
$e^{7/4}\,e^{7/4}$	60°52′
$e^{9/5}\,e^{9/5}$	60°31′
$e^{11/6}\,e^{11/6}$	60°20′
$e^{15/8}\,e^{15/8}$	60°11′
$e^{49/26}\,e^{49/26}$	60°10′
$d^1\,e^1$	140°34′
$e^1\,e^1$ s. p	78°51′
$p\,e_4$	163° 5′
$p\,e_3$	157°56′
$p\,e_2$	148°41′

	Angles calculés.
$p\,e_{3/2}$	140°58′
pe^1	129°25′
$p\,e_{3/4}$	121°52′
$p\,e_{2/3}$	118°44′
$p\,e_{1/2}$	112°21′
$p\,e_{1/3}$	105°20′
$p\,d^1$	90°
$e^1\,e_4$	146°20′
$e^1\,e_3$	151°24′
$e^1\,e_{3/2}$	168°22′
$e^1\,e_{3/4}$	172°26′
$e^1\,e_{2/3}$	169°18′
$e^1\,e_{1/2}$	162°55′
$e^1\,e_{1/3}$	155°54′
$d^1\,\nu$	162° 4′
$d^1\,e^3$	147°5′
$d^1\,e^1$	90°
$e^3\,e^1$	122°55′
$d^2\,e^1$	142°19′
$\alpha\,e^1$	152°45′
$\varkappa\,e^1$	155° 8′
$\gamma\,e^1$	158°53′
$\pi\,e^1$	162°50′
$\varrho\,e^1$	165°33′
$\omega\,e^1$	167°34′
$\Theta\,e^1$	169° 4′
T e^1	171°13′
X e^1	176°19′
$d^2\,\alpha$	169°34
$d^2\,\varkappa$	167°11′
d^2 ɣ	163°26′
$d^2\,\pi$	159°29′
$d^2\,\varrho$	156°45′
$d^2\,\omega$	154°45′
$d^2\,\Theta$	153°15′

	Angles calculés.
d^2 T	151°6′
d^2 X	146°0′
$d^1\,e^{3/2}$	18°44′
$e^{3/2}\,e^4$	121°56′
$e_{1/2}$ K	172°55′
$e_{1/2}$ K_1	168°47′
$e_{1/2}\,d^2$	153°53′
K d^2	160°56′
$K_1\,d^2$	165° 6′
$d^2\,e^4$	162°12′
$b^1\,e_3$	151°35′
$e_3\,d^2$	157°41′
$b^1\,d^2$	129°17′
$e^{5/3}\,e^3$	120°46′
$\lambda\,d^{3/2}$	151°14′
$e_{1/3}e_{1/3}$ s. e^3	99°58′
$d^{3/2}\,d^{3/2}$ s. e^3	134°28′
$\lambda\,e^3$	128°28′
L d	174° 8′
L $d^{3/2}$	173°32′
L S	171°39′
L e^3	150°46′
$d^{3/2}\,e^3$	157°14′
$e^{4/3}\,e_{1/2}$	166°38′
$e_{1/2}e_{1/2}$ s. $e^{4/3}$	153°16′
$\varepsilon\,\varepsilon$ —	136°47′
$\beta\,\beta$ —	126° 9′
$\Gamma\,\Gamma$ —	121°59′
$\Gamma\,e^{5/2}$	150° 1′
$d^{3/2}\,d^{3/2}$ —	109° 1′
$d^{3/2}\,e^{5/2}$	156°30′

Scalénoèdres directs.

	Angle sur $a^x > 1$	Angle sur b^1	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
$b^{10}\,b^{10}$	173°14′	115°50′	72°20′	174°35′
$b\,b^9$	172°31′	117° 0′	72° 1′	174° 3′
$b^8\,b^8$	171°37′	118°25′	71°37′	173°20′
$b^7\,b^7$	170°29′	120°14′	71° 5′	172°25′
$b^6\,b^6$	168°59′	122°37′	70°21′	171°14′

	Angles sur $a^{x>1}$	Angle sur b^1	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
		Scalénoèdres directs.		
$b^5 b^5$	166°56′	125°53′	69°18′	169°36′
$b^{9/2} b^{9/2}$	165°37′	128° 1′	68°32′	168°32′
$b^4 b^4$	164° 0′	130°37′	67°41′	167°14′
$b^{10/3} b^{10/3}$	161°11′	135°28′	66° 2′	164°57′
$b^3 b^3$	159°24′	138° 5′	64°54′	163°30′
$b^{17/6} b^{17/6}$	158°39′	140°34′	64°32′	162°40′
$b^{5/2} b^{5/2}$	156°	143°39′	62°40′	160°43′
$b^{7/3} b^{7/3}$	154°37′	145°54′	61°32′	159°35′
$b^{13/6} b^{13/6}$	153° 4′	148°28′	60°36′	158°17′
		Isoscéloèdre.		
$b^2 b^2$	151°21′	151°21′	59°20′	156°52′
		Scalénoèdres inverses.		
$b^{7/4} b^{7/4}$	148°21′	156°24′	57° 1′	154°21′
$b^{8/5} b^{8/5}$	147°11′	155°58′	55°20′	152°34′
$b^{3/2} b^{3/2}$	144°44′	162°35′	54° 3′	151°15′
$b^{4/3} b^{4/3}$	141°54′	167°30′	51°36′	148°47′
$b^{5/4} b^{5/4}$	140°17′	170°16′	50°12′	pb^1 142°32′30″

Scalénoèdres directs.

	Angle sur $e^{x>2}$	Angle sur $e^{x<2}$	Angle sur d^1	Angle avec p.
$d^{17/2} d^{17/2}$	171°35′	102°57′30″	88°17′	173°19′
$d^7 d^7$	169°45′	102°31′	91°14′	171°51′
$d^6 d^6$	168° 0′	102°21′	94° 1′	170°27′
$d^5 d^5$	165°33′	102° 6′ s. $e^{2/5}$	97°57′	168°29′
$d^{13/3} d^{13/3}$	163°17′	101°58′	101°35′	166°40′
$d^4 d^4$	161°53′	101°55′ s. $e^{1/2}$	103°52′	165°31′
$d^{7/2} d^{7/2}$	159°16′	101°57′	108° 6′	163°24′
$d^3 d^3$	155°50′ s. e^6	102°11′	113°45′	160°35′
$d^{8/3} d^{8/3}$	152°52′	102°34′	118°38′	158° 8′
$d^{5/2} d^{5/2}$	151° 8′	102°53′	121°34′	156°41′
$d^{11/5} d^{11/5}$	147°24′	103°44′	127°51′	153°32′
$d^{15/7} d^{15/7}$	146°35′	103°57′	129°13′	152°51′
$d^2 d^2$	144°24′ s. e^4	104°38′ s. e^1	132°59′	150°58′
$d^{17/9} d^{17/9}$	142°31′30″	105°17′	136°15′	149°20′

	Angle sur $e^x > 2$	Angle sur $e^x < 2$	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent

Scalénoèdres directs.

$d^{7/4}\ d^{7/4}$	139°56′	106°20′ s. $e^{8/7}$	140°49′	147° 3′
$d^{5/3}\ d^{5/3}$	138°14′s.$e^{10/3}$	107° 6′ s. $e^{6/5}$	143°52′	145°32′
$d^{8/5}\ d^{8/5}$	136°47′	107°48′	146°29′	144°13′
$d^{3/2}\ d^{3/2}$	134°28′ s. e^3	109° 1′ s. $e^{4/3}$	150°45′	142° 5′
$d^{19/13}\ d^{19/13}$	133°31′	109°33′	152°30′	141°12′
$d^{11/8}\ d^{11/8}$	131°12′	110°55′	156°43′	139° 6′
$d^{4/3}\ d^{4/3}$	130°10′	111°39′ s. $e^{3/2}$	158°23′	138° 1′
$d^{9/7}\ d^{9/7}$	128°50′	112°33′	161°28′	136°43′
$d^{5/4}\ d^{5/4}$	127°49′ s.$e^{5/2}$	113°18′	163°30′	135°42′
$d^{6/5}\ d^{6/5}$	126°20′	114°24′. s. $e^{5/3}$	166°28′	134°13′
$d^{15/13}\ d^{15/13}$	124°56′	115°32′	169°21′	132°47′
				pd^1 127°27′

Scalénoèdres directs.

$e_4 e_4$	146°10′ s. p	128°15′ s. $e^{2/5}$	93°20′	163° 5′
DD	142°30′ s. $e^{11/4}$	99°58′	149°21′	141°47′
ΦΦ	143°50′	97°28′	151°50	139°16′
ν″ν″	149°40′	92°32′	144°39′	142°17′
νν	152°29′	88°57′	144° 8′	140°44′
SS	138°14′	105°23′	148°33′	143°14′
dd	133°16′	110°11′	151°22′	141°46′
ff	124° 8′	118°32′	156°49′	136°21′

Isoscéloèdres.

$e_3 e_3$	135°52′ s. p	135°52′ s. $e^{1/2}$	97°26′	157°56′
αα	125°30′	125°30′	132°36′	147°28′
ξξ	122°39′	122°39′	147°23′	141°36′
ΓΓ	121°59′	121°59′ s. $e^{4/3}$	151°50′	139°44′
LL	121°32′	121°32′	155°15′	138°18′

Scalénoèdres inverses.

$e_2\ e_2$	117°23′	149°53′ s. $e^{2/3}$	102°25′	148°41′
$e_{3/2}\ e_{3/2}$	101°55′	161°53′ s. $e^{4/5}$	103°52′	140°58′
$e_{3/4}\ e_{3/4}$	83°43′	167°47′	116°41′	130°52′
$e_{2/3}\ e_{2/3}$	86° 6′ s. e^6	163°12′ s. $e^{6/5}$	122°33′	131°11′
$e_{1/2}\ e_{1/2}$	92° 9′ s. e^4	153°16′ s. $e^{4/3}$	135°18′30″	131°25′
$e_{1/3}\ e_{1/3}$	99°58′ s. e^3	142°30′ s. $e^{3/2}$	149°21′	130°57′
ϰϰ	121°14′	130°16′ s. e^1	131°19′	146°18′
ɣ ɣ	114°34′ s. e^6	137°46′	128°30′	144°15′

	Angle sur $e^x > 2$	Angle sur $e^x < 2$	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
ππ	107°38′	145°40′ s. e^1	124°40′	141°50′
ρρ	102°52′	151° 7′	121°33′	140° 3′
ωω	99°26′	155° 7′	119° 6′	138°42′
ΘΘ	96°51′	158° 8′	117° 8′	137°38′
TT	93°12′	162°26′	114°14′	136° 6′
XX	84°45′	172°38′	106°50′	132° 7′
K_1K_1	114°36′	132°12′	141°59′	140°36′
KK	106°20′ s. e^4	139°56′	140°49′	137°18′
UU	103° 7′	141°41′	143°33′	134°51′
JJ	97°53′	150°13′	132° 4′	135°27′
VV	87°12′	157°21′	134° 2′	128°49′
γγ	115°17′	142°32′	117°50′	146°33′
ββ	115° 5′s. $e^{10/3}$	129° 9′	150° 0′	138° 7′
εε	107°48′	136°47′ s. $e^{4/3}$	146°29′	136°12′
λλ	76°55′ s. e^3	165° 0′	132° 1′	125°24′

Faciès des cristaux. La calcite est un des minéraux qui présentent le plus de formes distinctes et celui dans lequel leurs combinaisons s'effectuent de la façon la plus variée. Aussi, le faciès des cristaux est-il des plus divers, suivant que ce sont des prismes, des rhomboèdres, des scalénoèdres ou un isoscéloèdre qui dominent. Voici un rapide aperçu des types principaux réalisés dans les gisements décrits plus loin.

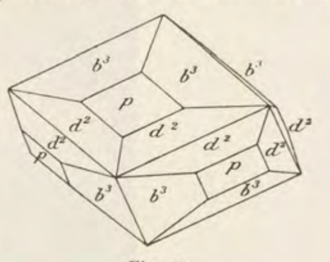


Fig. 11.
Calcite, type I *a bis*.

Types I (*Types rhomboédriques*). I *a*) Cristaux, avec le rhomboèdre p dominant (fig. 26). Cette forme, qui est donnée dans la plupart des Traités de Minéralogie comme tout à fait exceptionnelle, se trouve en réalité dans un assez grand nombre de gisements, souvent même, p y existe tout à fait seul.

Je rapproche de ce type des cristaux (I *a bis*), constitués par des scalénoèdres b^x ou d^x (d^2 ou scalénoèdres plus rapprochés de p), également développés, qui donnent à la combinaison l'apparence d'un rhomboèdre p, à faces bombées ; les faces p sont, d'ailleurs, souvent présentes (fig. 11 et 96).

Les combinaisons de ce genre sont celles qui sont réalisées dans le spath d'Islande : elles sont très fréquentes dans les gisements français.

Le plus souvent toutes les faces sont ternes, à l'exception de celles de quelques formes peu développées (e^2, e^3, etc.).

I *b*) Cristaux, avec le rhomboèdre b^1 dominant (fig. 12), parfois accompagné de facettes e^2 (fig. 13), ou de rhomboèdres voisins de

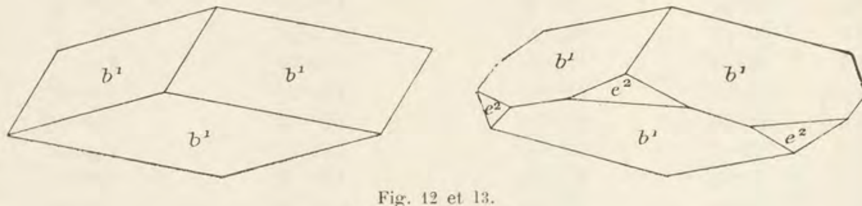


Fig. 12 et 13.
Calcite, type I *b*.

celui-ci peu développés. Par oscillation avec des scalénoèdres b^x, ils passent à de véritables lentilles à arêtes et à faces courbes. Ces cristaux ont une tendance à se grouper en grand nombre à axes

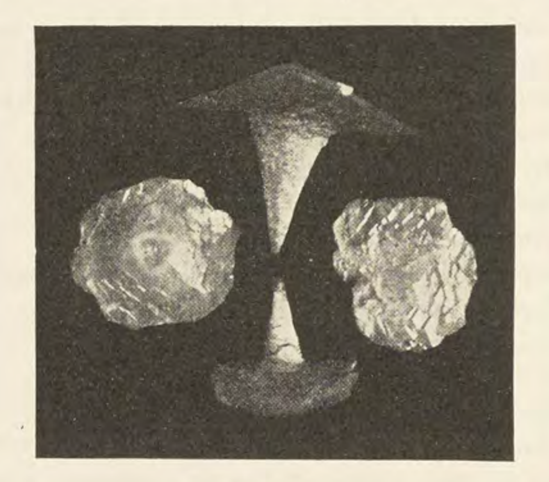


Fig. 14.
Groupements cristallitiques de rhomboèdres de calcite.

parallèles soit par interpénétration, soit par enfilage suivant l'axe ternaire.

Ils constituent parfois, par groupements à axes imparfaitement parallèles, des associations en rosettes, rappelant l'eisenrose du Saint-Gothard (fig. 259). Ils forment aussi des assemblages cristallitiques d'un autre ordre : la fig. 14 représente des cas de ce genre pro-

venant de Freiberg, en Saxe, et légitimant le nom vulgaire de *têtes de clous*, donné autrefois aux cristaux de cette forme.

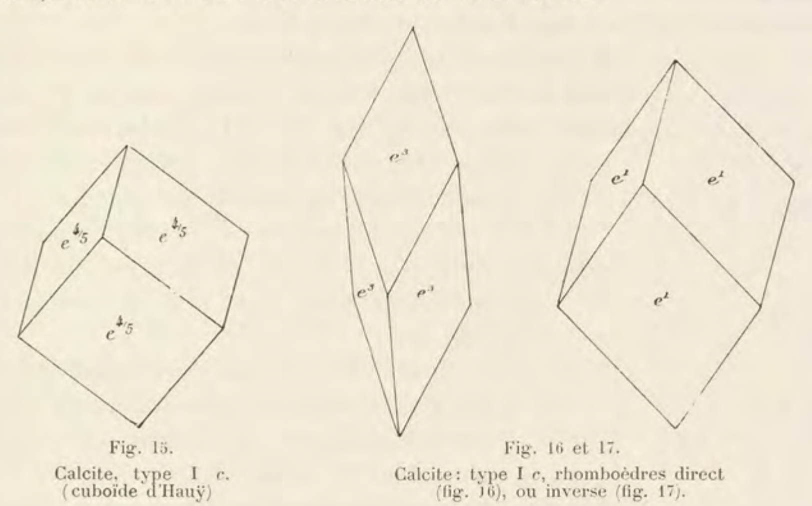


Fig. 15.
Calcite, type I *c*. (cuboïde d'Haüy)

Fig. 16 et 17.
Calcite : type I *c*, rhomboèdres direct (fig. 16), ou inverse (fig. 17).

I *c*) Cristaux, avec rhomboèdres voisins du cube ; $e^{3/4}$ $(0\bar{7}\bar{7}5)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ (fig. 15), ou leurs voisins (calcite *cuboïde* d'Haüy).

I *d*) Cristaux, avec des rhomboèdres aigus dominants, soit directs

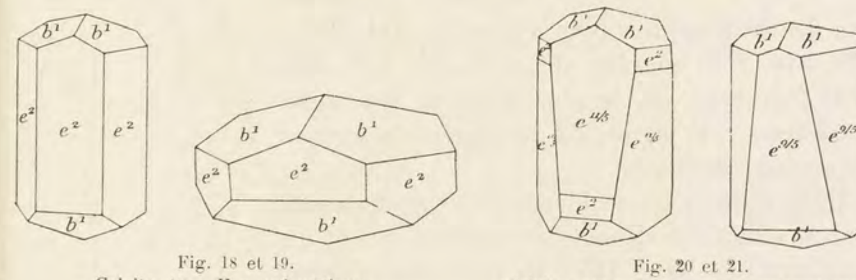


Fig. 18 et 19.
Calcite, type II *a*, prismatique.

Fig. 20 et 21.
Calcite, type II *b*, pseudoprismatique ; rhomboèdres aigus direct (fig. 20), ou inverse (fig. 21).

(e^3, etc.) (fig. 16), soit inverses (e^1) (fig. 17) ou des rhomboèdres plus aigus ou plus obtus, mais assez éloignés de e^2.

Types II (*Types prismatique* II *a*, ou *pseudoprismatique*, II *b*). Je range dans ces sous-types, non seulement les cristaux dont la forme dominante est le prisme e^2 (fig. 18, 19, 219), mais aussi ceux dans lesquels elle est constituée par des rhomboèdres très aigus (directs) ($e^{9/4}$, $e^{11/5}$), (fig. 20) (*contracté* d'Haüy) ou inverses ($e^{9/5}$, $e^{11/6}$, $e^{15/}$), (fig. 21)

(*dilaté* d'Haüy), voisins du prisme e^2, et qui ne peuvent quelquefois être distingués de celui-ci que par des mesures, souvent rendues presque impossibles par la forme bombée de leurs faces.

Ces cristaux, terminés parfois par a^1, par p (fig. 219), e^1 (fig 154), $e^{4/5}$ (fig. 158) ou plus souvent par b^1, sont tantôt allongés (fig. 18, 20, 21), tantôt raccourcis (fig. 19) suivant l'axe vertical ; dans ce dernier cas, ils passent au type I *b*.

II *c*) Le prisme d^1 (11$\bar{2}$0), combiné avec a^1, p ou e^1, caractérise un type beaucoup plus rare que le précédent (fig. 267).

Types III (*Types scalénoédriques*). III *a*) Les scalénoèdres dominants sont les métastatiques de la zone pd^1, reconnaissables à leurs stries, parallèles à leur intersection avec p ; d^2 est la forme la plus fréquente, parfois remplacée ou accompagnée dans certains gisements par des scalénoèdres plus aigus (fig. 211, 237 à 239, 240, 266) ou plus obtus (fig. 64, 193, 263, 264) : ce type est le plus fréquent des scalénoédriques ; la figure 22 le représente avec e^2 largement développé.

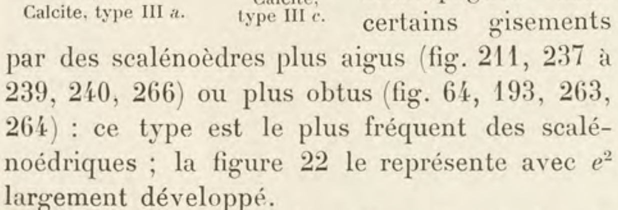


Fig. 22. Calcite, type III *a*.

Fig. 23. Calcite, type III *c*.

Fig. 24. Calcite, type IV, isoscéloédrique.

III *b*) Parfois les scalénoèdres d^x sont absents ou très réduits et ce sont des scalénoèdres b^x qui dominent (fig. 82 et 195). Ils sont généralement striés, courbes, lenticulaires (fig. 105) et parfois indéterminables : ils passent au type II *b* par apparition, puis prédominance de b^1 ; un cas particulier est caractérisé par la prédominance de l'isoscéloèdre b^2 (11$\bar{2}$3), (fig. 84).

III *c*) Plus rarement, le scalénoèdre dominant n'est pas un métastatique : celui qui est alors le plus habituel est $e_{1/2}$ (14$\bar{3}$1), comme dans la figure 23, où il est combiné à e^2.

Type IV (*Type isoscéloédrique*). Ce type, décrit pour la première

fois par M. Cesáro et dont les gisements sont extrêmement rares, est caractérisé par la prédominance de l'isoscéloèdre L $(8.8.\bar{16}.3)$ (fig. 21, voir p. 462).

Type V (*Type aplati et basé*). Il est caractérisé par un aplatissement suivant la base a^1 (0001), accompagné d'un prisme (fig. 249) ou du rhomboèdre p (fig. 260). Cet aplatissement est souvent tel, que toutes les autres formes deviennent à peine distinctes ; le minéral prend parfois même une structure micacée (*papierspath*) et donne des lames transparentes, permettant de voir au microscope, en lumière convergente, la croix noire et les anneaux d'interférence. Cette variété de calcite a souvent l'éclat nacré, surtout quand ses lamelles s'empilent en grand nombre les unes sur les autres.

Ces divers types passent les uns aux autres et se diversifient par des associations souvent merveilleuses de complication.

Les cristaux de calcite présentent quelquefois un très grand allongement suivant l'axe vertical ou un aplatissement perpendiculaire à cette direction.

Ils sont parfois aussi allongés suivant des directions anormales. Les cristaux du type I a s'allongent fréquemment suivant une arête pp (fig. 43 et 44) et de même les cuboïdes suivant une arête culminante (fig. 167). Ceux du type III s'allongent suivant une arête d^2 d^2 (sur d^1) (fig. 25). Dans les cristaux du type V, les lames ou cristaux aplatis suivant la base s'allongent fréquemment suivant une arête a^1p (fig. 260).

Fig. 25.
Scalénoèdre avec son développement normal et au-dessus, type fréquent de déformation.

Quelques faces de la calcite offrent des caractères de structure assez constants. La base est souvent ondulée, rugueuse et opaque, son éclat est nacré. Les faces p, d'ordinaire brillantes et planes, sont quelquefois ternes ; b^1 $(01\bar{1}2)$ est très souvent strié parallèlement à son intersection avec p et arrondi par suite d'oscillations avec divers scalénoèdres b^x, qui sont d'ordinaire eux-mêmes très striés : fréquemment cette zone est constituée par une surface cylindrique, presque continue. Le rhomboèdre b^1 est souvent lenticulaire.

Les scalénoèdres métastatiques (zone pd^1), de même que d^1, sont très striés parallèlement à leur intersection avec p.

Les rhomboèdres sont souvent très ondulés et courbes, ce qui explique la multiplicité des formes à symboles compliqués données plus haut : e^1 a parfois des faces remarquablement planes et brillantes.

Les faces e^2 sont très fréquemment ondulées, bombées, surtout quand cette forme n'entre dans des combinaisons que comme accessoire, et leur distinction avec les rhomboèdres aigus voisins devient alors difficile.

L'arête d^2 d^2 (sur e^1) est souvent remplacée par des scalénoèdres courbes de la même zone, ce qui donne la cause du grand nombre des formes à symboles compliqués signalées dans cette zone. Celles-ci, comme beaucoup d'autres dans la calcite, ne sont peut-être que des faces de dissolution.

Les cristaux de calcite ont une grande tendance à se grouper à axes plus ou moins parallèles, pour constituer des édifices complexes et souvent cristallitiques, des squelettes de grands cristaux à faces creuses, des stalactites tubulaires constituées par un seul cristal (p. 526). Il n'est pas rare en outre de voir des cristaux de forme différente se grouper ensemble, soit par implantation (fig. 55 et 85, 88, 165 à 168), soit par enveloppement (fig. 46, 54, 69 et 124) : les cristaux d'âge différent ont souvent en outre des formes et des couleurs variées : certains des gisements décrits plus loin sont remarquables à cet égard (voir notamment page 467).

La calcite forme aussi des masses bacillaires ou fibreuses ; les individus constituant les premières sont allongés suivant l'axe vertical et se distinguent de l'aragonite par l'existence des clivages rhomboédriques, tous obliques sur l'axe vertical ; dans les secondes, ils sont quelquefois aplatis suivant a^1 et implantés perpendiculairement à une paroi ; plus souvent ils sont allongés suivant la même direction, ou suivant une arête pp (Coste Cirgues, près Brioude) ; c'est le cas du *spath satiné* à fines fibres, soyeuses. Ils possèdent alors deux clivages dans la zone de fibrosité, le troisième, lui, est oblique.

C'est un allongement suivant cette même direction, qui permet d'expliquer les extinctions très obliques, que présentent les fines aiguilles microscopiques enchevêtrées, constituant la *calcite cotonneuse* ou *farineuse*. Celle-ci forme des enduits ou des agrégats légers comme de la ouate, que l'on trouve dans les cavités de certains calcaires : elle a été appelée quelquefois *tripoli de Nanterre*.

La calcite fibreuse forme fréquemment des sphérolites, dont les

fibres élémentaires sont allongées suivant l'axe vertical (voir à *propriétés optiques*).

Le *bergmilch* ou *montmilch* est constitué par des agrégats poreux de lamelles cristallitiques rhomboédriques de calcite, aplaties suivant p, qui se produisent actuellement dans les cavernes (fig. 178, p. 530).

La calcite constitue aussi des masses lamellaires, laminaires, granulaires ; ses éléments sont souvent si petits et si peu agrégés qu'ils forment des masses terreuses (craie), dont la cristallinité ne peut être décelée que par les forts grossissements du microscope.

On la trouve en masses stalactiformes, concrétionnées, offrant souvent les formes les plus bizarres (p. 524) ; la structure intime de ces variétés de calcite concrétionnée est souvent fibreuse[1] ; ce sont elles qui constituent les *marbres onyx*, dont il sera question page 541.

La calcite forme, à elle seule, les plus importantes des roches sédimentaires, les *calcaires*. Elle épigénise des corps organiques des plus variés, minéraux ou végétaux.

Enfin, seule ou associé à l'aragonite, elle constitue normalement la coquille de beaucoup de mollusques vivants, les pièces calcaires des échinodermes, des spongiaires, etc.

Figures de corrosion. Les cristaux de calcite présentent fréquemment des figures de corrosion naturelles, qui sont symétriques par rapport à celui des plans de symétrie de la face, qui passe par l'axe vertical. Elles sont assez variables de forme et sont limitées par des faces de rhomboèdres et de scalénoèdres à symboles très compliqués ; je donne comme exemple (fig. 118 et 162) les deux types que l'on observe le plus habituellement sur les faces e^1.

Ces variations s'expliquent par celles que l'on peut obtenir expérimentalement et qui dépendent du degré de concentration, de la nature de l'acide employé, de la température, etc. [Voir pour les travaux les plus récents : Gaubert (*B. S. M.* XXIV, 326, 1901)].

Les plans de séparation b^1 et aussi les clivages p sont des plans de facile dissolution, ce qui entraîne la fréquente production sur les cristaux de calcite de lignes de corrosion, dont il sera question à plusieurs reprises plus loin.

Clivages. Clivage parfait suivant le rhomboèdre primitif p. Plans de séparation suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, dus à des macles et plus rarement

1. Voir page 524, pour la description de la structure des stalactites de calcite, qui est fort variée.

(O. Mügge) suivant d^1 (11$\bar{2}$0). Il semble aussi qu'il existe des plans de séparation suivant a^1 (0001) dans les variétés lamellaires.

Cassure conchoïdale, difficile à obtenir à cause de l'extrême facilité des clivages rhomboédriques.

Dureté. La dureté est variable suivant les directions, mais voisine de 3.

Densité. 2,714 (spath d'Islande). La densité se modifie, dès qu'il existe quelque impureté physique ou quelque mélange isomorphe.

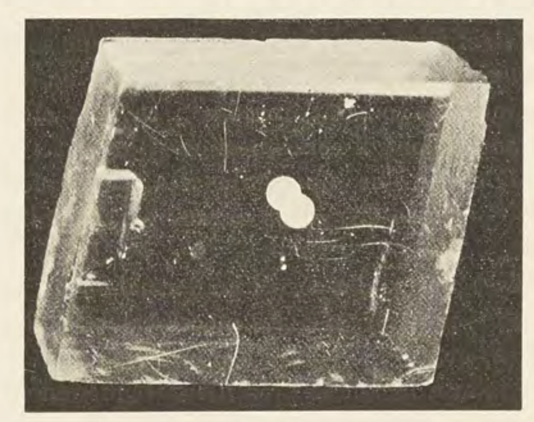


Fig. 26.
Rhomboèdre de clivage de calcite montrant la double réfraction à travers deux faces de clivage parallèles.

Coloration et éclat. Incolore, blanche. La calcite prend les colorations les plus variées (grise, jaune, rose, rouge, verte, violette, etc.), quand elle renferme de petites quantités d'oxydes métalliques, remplaçant isomorphiquement la chaux ou quand elle contient des inclusions charbonneuses ou bitumineuses (calcite noire, etc.), ferrugineuses, argileuses, etc. Ses cristaux prennent parfois des colorations différentes dans les diverses périodes de leur croissance.

Poussière blanche. Transparente à opaque.

Éclat vitreux à terreux, nacré suivant la base dans les variétés à structure lamellaire ou suivant d'autres directions cristallographiques (Oued Ouarsenis). Éclat soyeux dans certaines variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). La biréfringence est assez élevée pour qu'il soit possible de la constater en regardant un objet à travers une face de clivage (fig. 26).

Les indices sont les suivants pour la lumière du sodium :

$$\mathbf{n}_g = 1.65837 \text{ Dufet.}$$
$$\mathbf{n}_p = 1.48645.$$
$$\mathbf{n}_g\text{-}\mathbf{n}_p = 0.17192.$$

Les rhomboèdres de clivage transparents de calcite présentent quelquefois le phénomène de l'astérisme, en relation avec les lames

polysynthétiques de la macle b^1 ou avec de petites cavités disposées dans leur plan. La figure 205 est la reproduction d'un cristal de calcite de Genolhac montrant très nettement par réflexion une astérie, dont les branches sont parallèles aux diagonales inclinées des faces b^1 du pointement ; elles ont un éclat nacré, qui rappelle celui de la pierre de lune et contraste avec l'éclat vitreux du reste du cristal.

La calcite fibreuse, quand elle est allongée suivant l'axe vertical, présente des extinctions longitudinales en lumière polarisée parallèle,

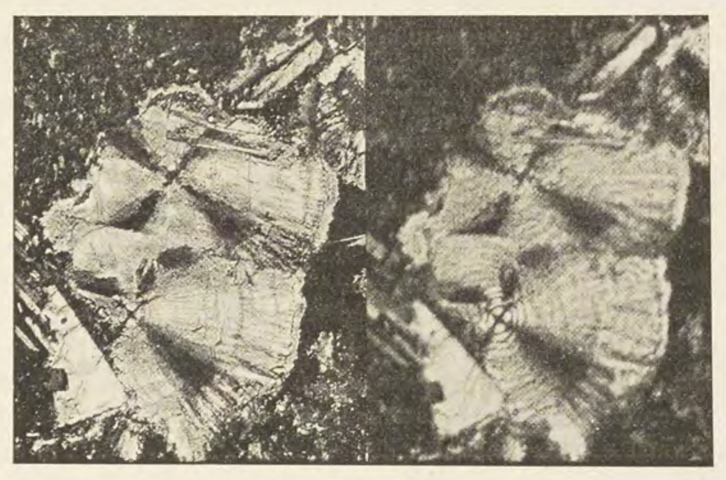


Fig. 27.
Sphérolites de calcite vus en lumière polarisée parallèle et montrant les anneaux colorés et la croix noire. A gauche, la mise au point est normale ; à droite, l'objectif a été légèrement soulevé (lame mince taillée dans un basalte de Salesse (*Cantal*).

mais lorsqu'elle est allongée suivant une arête *pp*, elle possède dans la zone d'allongement des extinctions très obliques.

Les sphérolites fibreux de calcite, allongés suivant l'axe vertical, possèdent, de même que ceux des autres minéraux uniaxes offrant le même allongement, une intéressante propriété, constatée pour la première fois par M. Fouqué et étudiée par MM. E. Bertrand et Mallard. Quand on les examine en lumière polarisée parallèle, on constate leur structure régulièrement fibreuse (fig. 27 à gauche) ; si l'on déplace légèrement l'objectif du microscope, soit en le baissant, soit en le montant (suivant la position du centre du sphérolite par rapport à la plaque), on voit apparaître une croix noire et des anneaux colorés (fig. 27 à droite), identiques à ceux que fournit un cristal homogène de calcite exa-

miné en lumière convergente, perpendiculairement à son axe optique.

La calcite et la sidérite offrant cette structure sont fréquentes, comme élément secondaire, dans les roches volcaniques du Plateau Central.

Pseudopléochroïsme. La calcite fibreuse ou laiteuse (par suite de l'existence d'inclusions) possède parfois un pseudopléochroïsme assez net, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Dilatation. Sous l'influence de la chaleur, la calcite se dilate suivant l'axe de symétrie ternaire et se contracte perpendiculairement à celui-ci. Mitscherlich a montré qu'entre 10° et 164° C, l'angle culminant *pp* diminue de 0°8'34".

Électricité. La calcite acquiert l'électricité positive par simple pression entre les doigts et la conserve pendant longtemps (électroscope d'Haüy).

Inclusions. La calcite renferme des inclusions liquides à bulle gazeuse (parfois visibles à l'œil nu), et des inclusions gazeuses ; leur abondance contribue parfois à rendre le minéral laiteux) ; souvent elle contient des grains ou des rhomboèdres de dolomite, enfin des inclusions de divers minéraux, tels que les chlorites, des oxydes de fer, la pyrite, des matières carburées, du quartz, qui ne présentent d'ordinaire aucune orientation géométrique dans leur hôte ; il n'en est cependant pas toujours ainsi et l'on rencontre des cristaux, dans lesquels la matière colorante jalonne certaines arètes ou certaines autres directions (diagonales symétriques des faces b^1 par exemple).

Un certain nombre de noms de variétés ont été proposés pour désigner la calcite renfermant des oxydes métalliques, non à l'état de combinaison, mais sous forme de mélange et de pigment coloré visible au microscope et isolable par les liqueurs denses.

L'*hématoconite* est colorée en rouge-sang ou en rouge brun par de l'hématite (densité 2,71 à 2,73), la *sidéroconite* (densité 2,67) en jaune d'ocre par de la limonite ; la *cuprocalcite* en rouge vermeil par de la cuprite. Quant à la *predazzite* et à la *pencatite*, ce sont des calcaires cristallins, mélangés d'hydromagnésite. De même, beaucoup de calcites magnésiennes sont des mélanges physiques de calcite et de dolomite.

Enfin, certaines calcites ou plus souvent certains calcaires renferment une matière carburée d'origine organique, grâce à laquelle le minéral ou la roche dégage par le choc une odeur empyreumatique ou fétide, parfois une odeur de truffe (*truffite*, p. 509). Ces calcaires sont

souvent colorés en noir ou en brun (*anthraconite*), mais cela n'est pas général; les calcaires blancs marmoréens des Pyrénées, par exemple, possèdent très fréquemment en effet cette propriété odorante.

Les célèbres calcites de Fontainebleau (soi-disant *grès cristallisé*) sont des cristaux de calcite, ayant englobé, au moment de la cristallisation, des grains du sable quartzeux, au milieu duquel ils se sont produits (structure poecilitique).

Composition chimique. La formule $CaCO^3$ correspond à la composition suivante. De petites quantités de magnésium, de fer, de manganèse sont fréquentes; les traces de zinc sont plus rares.

CO^2.....	44,0
CaO.....	56,0
	100,0

Quelques noms de variétés ont été établis pour des calcites renfermant, à l'état de mélange isomorphe, une quantité notable de métaux autres que le calcium.

La *barycalcite* de Långban (Suède) est riche en baryum, bien que conservant la forme rhomboédrique; la *strontianocalcite*, en masses cristallines mamelonnées, ne contient que quelques centièmes de carbonate de strontium.

La *ferrocalcite* contient au moins 4 °/₀ de $FeCO^3$; elle brunit à l'air et présente le plus souvent des formes concrétionnées fibro-lamellaires et des clivages courbes.

La *manganocalcite* (spartaïte) est lamellaire, d'un blanc rosé ou rose; elle noircit à l'air, elle contient jusqu'à 11 °/₀ de $MnCO^3$. La *zincocalcite* renferme une quantité beaucoup moindre de $Zn\,CO^3$.

La *plumbocalcite* est blanche, et cristallise en rhomboèdres nets: elle contient jusqu'à 9 °/₀ de $PbCO^3$.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la calcite décrépite parfois, puis blanchit : si elle contient du fer ou du manganèse, elle se teinte de rouge ou de noir. Au chalumeau, elle est infusible, mais colore la flamme en jaune rouge. Le résultat de la calcination (CaO) donne une réaction alcaline très intense.

Soluble à froid dans les acides, en donnant une vive effervescence, la solution fournit les réactions du calcium; une goutte acidulée par l'acide sulfurique donne par évaporation des cristaux de gypse.

Altérations. Les cristaux de calcite se rencontrent fréquemment transformés en minéraux variés; tantôt il y a eu seulement échange

de base avec d'autres carbonates dissous ; tel est le cas des pseudomorphoses de calcite en dolomite, en sidérite, en smithsonite, mais le plus souvent la pseudomorphose ne renferme plus aucun des éléments du minéral primordial (pseudomorphoses en quartz, p. 569, en limonite, en romanéchite (p. 565), en pyrite, en dioptase, p, 560, etc). Ces diverses pseudomorphoses sont décrites à leur gisement respectif; la solubilité de la calcite dans l'eau chargée d'anhydride carbonique les explique aisément.

Les périmorphoses ne sont pas moins fréquentes : elles se sont produites par dépôt d'une couche mince d'un minéral de nature variée (quartz, pyrite, romanéchite, etc.) à la surface de cristaux de calcite, qui ont été ensuite dissous : la cavité ainsi produite est parfois restée vide, alors que dans d'autres cas, elle a été plus ou moins complètement remplie ou bien la carapace du minéral récent a été disloquée (fig. 231, p. 566).

La dissolution des assises calcaires par les eaux superficielles (décalcification) est un phénomène très général et d'une grande importance géologique, il permet d'expliquer la formation de beaucoup de gisements de minéraux (meulières, phosphates, certains minerais de fer, etc.) :

Diagnostic. La propriété de se dissoudre dans les acides à froid, les clivages rhomboédriques de 105°5', la très forte biréfringence et le signe optique négatif, sont les caractéristiques principales de la calcite. Le tableau donné, page 416, permet aisément la distinction de cette substance avec les autres carbonates isomorphes.

La densité et la dureté plus faibles, les clivages rhomboédriques et la réaction de Meigen (voir à *aragonite*) constituent le diagnostic le meilleur pour la distinction avec l'*aragonite*, surtout pour les variétés fibreuses.

Lemberg a proposé un procédé de distinction de la calcite et de la *dolomite* ; il consiste à placer le minéral à étudier dans une solution au dixième de perchlorure de fer ; la dolomite reste inattaquée ; au contact de la calcite, au contraire, se produit une vive réaction et le minéral se couvre d'une couche brune d'hydrate ferrique. (Pour une autre réaction, voir à *dolomite*.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La calcite est un des minéraux les plus abondants dans la nature ; c'est incontestablement le plus riche en formes. Elle se rencontre dans de multiples gisements et, dans quelques-uns d'entre eux, elle cristal-

lise sous nos yeux, grâce à sa solubilité dans l'eau chargée d'un excès d'anhydride carbonique.

Je la décrirai successivement dans les conditions de gisement suivantes :

1° Dans les roches sédimentaires ;

2° Dans les produits de sources ;

3° Dans les filons et dans les gisements métallifères de substitution ;

4° Dans les roches éruptives et métamorphiques.

Les gisements français des cristaux de calcite n'ont jusqu'ici que peu attiré l'attention ; c'est à peine si deux ou trois d'entre eux sont cités dans les Traités de Minéralogie ; on verra cependant dans les pages suivantes qu'il existe sur notre territoire un assez grand nombre de gisements qui, par la beauté et l'intérêt de leurs cristaux, méritent de prendre place parmi ceux qui sont classiques pour l'étude de cette espèce.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

b. *Comme élément constitutif essentiel des calcaires.*

La calcite constitue, en totalité ou en partie, les calcaires, qui jouent un rôle si considérable parmi les roches sédimentaires. Elle y est souvent associée à de l'argile, à des produits carburés d'origine organique, ou à des oxydes et en particulier à ceux de fer, qui font varier la couleur de la roche, — à des minéraux clastiques (quartz, feldspaths, etc.), et enfin à des minéraux, qui se sont individualisés pendant ou après le dépôt du calcaire ; tels sont la pyrite, la glauconie, la phosphorite, la dolomite (calcaires dolomitiques), l'opale (provenant en grande partie du squelette siliceux de diatomées, de spongiaires, de radiolaires et se concrétionnant parfois en rognons), le quartz, plus rarement des feldspaths, etc.

En outre des fossiles plus ou moins intacts, beaucoup de calcaires renferment en très grande abondance des débris organiques calcaires, ayant conservé leur structure originelle : foraminifères, spongiaires, coraux, bryozoaires, échinides, crinoïdes, brachiopodes, mollusques, etc. qui arrivent même parfois à constituer la majeure partie de la roche et lui donnent par suite un facies et une texture caractéristiques. C'est ainsi que la *craie* est une variété terreuse de calcaire essentiellement composée par des débris microscopiques de ce genre. On donne le nom de *lumachelles* à des calcaires très riches en coquilles de mollusques.

Les *calcaires oolitiques* sont essentiellement constitués par ces petits globules, à structure concentrique ou fibroradiée (ils peuvent alors donner le phénomène décrit page 435), que l'on appelle les *oolites* et qui sont formés par enrobement de calcite autour d'un débris clastique (fig. 27 *bis*) (grain de quartz, de calcaire, fragment de coquilles, etc.). Les plages des récifs coralliens (îles de l'*Océanie française* par exemple) sont actuellement le siège de formation de semblables oolites par cristallisation de calcite autour de débris de coraux, rendue



Fig. 27 *bis*.
Oolites calcaires dans calcaire rauracien du Mamers (*Sarthe*). Les plages claires sont constituées par de la calcite spathique (*Grossissement : 45 diamètres*).

possible par les alternances de dessiccation et de submersion dues au mouvement continuel de la mer.

Dans les régions métamorphisées, soit par contact de roches éruptives, soit par actions dynamiques ou par toute autre cause, les calcaires sédimentaires ont subi une recristallisation, leur matière organique a disparu ou s'est transformée en graphite, ils sont devenus blancs et marmoréens, en même temps que souvent ils se sont chargés de nombreux minéraux cristallisés, étudiés au cours de ce livre (calcaires dévoniens en contact avec le granite de l'*Ariège* et des *Hautes-Pyrénées* ; calcaires secondaires en contact avec les lherzolites et les ophites des mêmes régions, par exemple). Le nom de *cipolin* a été

employé dans cet ouvrage pour désigner les calcaires marmoréens intercalés dans les schistes cristallins et, eux aussi, souvent riches en minéraux cristallisés [cipolins de Mercus et Arignac (*Ariège*), etc.]

Il existe tous les intermédiaires possibles au point de vue de la cristallinité entre le marbre blanc, à grandes lames, de Saint-Béat (*Haute-Garonne*) par exemple, et les calcaires compacts du tertiaire des environs de Paris, mais tous sont caractérisés par ce fait que la calcite y est entièrement cristallisée ; dans le cas le plus général, sa structure est xénomorphe, grenue ; il existe cependant des calcaires, dans lesquels chaque élément cristallin est constitué par un cristal à formes nettes [rhomboèdre p dans des calcaires oligocènes métamorphisés par une intrusion de basalte à Gergovia (*Puy-de-Dôme*) ; rhomboèdres e^1, dans les lits très cristallins du lutécien de Paris ; rhomboèdres lenticulaires dans les nodules calcaires des marnes vertes de l'oligocène parisien].

Dans les calcaires marmoréens, ayant subi des actions dynamiques puissantes et dans ceux-là seulement, les grains de calcite présentent avec une extrême fréquence, la macle polysynthétique suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Il n'entre pas dans mon plan de décrire les innombrables variétés de calcaires, dont quelques-unes, grâce à leur structure, à la richesse de leur couleur, ou à la présence de matières étrangères, sont employées pour l'ornementation comme *marbres*. De telles roches abondent en France, on trouvera des renseignements à leur sujet dans le *Traité de Minéralogie* de Dufrénoy (tome II), dans la *Technologie du bâtiment* de T. Chateau (Paris, 1866, II, 471-504), et dans une note de Ch. Frossard, sur les marbres des Pyrénées (*Bull. Soc. Borda*, Dax, 1896).

La calcite dans les corps organisés.

Le carbonate de calcium constitue le squelette de certaines algues, le squelette ou la coquille de nombreux animaux invertébrés[1]. Il appartient soit à la calcite, soit à l'aragonite[2], soit aux deux réunis, mais pour chaque espèce animale ou végétale, la nature et la structure du

1. Le carbonate de calcium du squelette des vertébrés n'existe pas sous une forme minéralogique cristallisée.

2. On verra à l'étude de cette espèce que la soi-disant *conchite* ne diffère en rien de l'aragonite.

carbonate sont constantes. Dans les animaux et dans les algues vivantes, celui-ci est accompagné de matière organique, qui disparaît plus ou moins complètement par la fossilisation, aussi un échantillon d'invertébré fossile est-il toujours plus dense que la partie correspondante d'un vivant ; le calcaire de ce dernier possède donc une densité inférieure à celle du minéral (aragonite ou calcite) qui le constitue essentiellement ; l'emploi de la densité comme procédé de diagnostic doit par suite être fait judicieusement. La réaction de Meigen est précieuse pour déterminer si l'on se trouve en présence d'aragonite ou de calcite, quand les propriétés optiques ne peuvent être étudiées en détail. Sorby a proposé aussi d'utiliser la dureté ; une coquille constituée par de l'aragonite entame un rhomboèdre de clivage de calcite, quand on essaie de le rayer en partant de son sommet pour aller dans la direction de la diagonale inclinée.

La calcite est la forme la plus stable du carbonate de calcium et l'aragonite a une grande tendance à se transformer en calcite ; aussi, tandis que les coquilles, constituées par de la calcite, conservent en se fossilisant leur structure minéralogique, celles qui sont originellement formées par de l'aragonite, se transforment souvent en calcite : dans cette paramorphose, la calcite ne s'oriente pas sur l'aragonite, des lames ou des fibres de ce minéral se transforment en agrégats grenus de calcite, qui résistent moins bien à la dissolution que les cristaux homogènes et ainsi s'explique la fréquente destruction du test de certaines espèces de mollusques fossilisés et la conservation de celui de certains autres.

Parmi les *algues*, on peut citer les suivantes comme constituées par de la calcite, qui est finement grenue, comme dans le calcaire compact : *Corallina*, *Lithothamnion*, *Lithophyllum*, etc.

Les *foraminifères* et particulièrement les *nummulites*, sont constitués par de la calcite. La plus grande partie des *coralliaires* est formée par de l'aragonite, à l'exception toutefois de quelques espèces, telles que le corail (*Corallium rubrum*), les *Tubipora*, etc.

C'est encore à la calcite qu'il faut rapporter le test des *serpules*, des *brachiopodes*, des *crustacés* (*Balanus*, *trilobites*), des *échinodermes*, des *céphalopodes* et d'une partie des *lamellibranches*. Je ne m'occuperai d'une façon spéciale que de ceux de ces animaux dans lesquels la calcite présente une orientation régulière ; celle-ci est intéressante au point de vue minéralogique, car elle persiste dans la fossilisation et elle est facilement reconnaissable dans les calcaires, auxquels elle donne sou-

vent un aspect spécial et une structure très cristalline, dès que ces débris fossiles y sont abondants (cassure spathique des crinoïdes dans les *calcaires à entroques* du bajocien).

Échinodermes. — La caractéristique essentielle des échinodermes est que chaque pièce calcaire de ceux qui possèdent un test (*échinides* [1], *crinoïdes*, *stellerides*), chaque spicule de ceux (*holothuries*) qui n'ont pas de squelette continu, est constitué *par un cristal unique* ayant une orientation *uniforme et définie*. Quand la pièce est allongée (piquants, hampes des pédicellaires, etc.), *quelle que soit sa taille*, l'axe ternaire du cristal qui la forme, est parallèle à son allongement [2]; si elle est aplatie, il est normal au plan d'aplatissement; s'il est représenté par une surface gauche, il est normal au plan tangent moyen de celle-ci.

La cristallisation de la calcite s'est effectuée dans les mailles d'un réseau de substance conjonctive, qui généralement masque dans l'animal vivant la structure cristalline. Mais au cours de la fossilisation, cette matière organique disparaît plus ou moins complètement, les cavités du tissu poreux se comblent par apport de calcite néogène; celle-ci s'oriente sur la calcite normale et alors le cristal, rendu continu, peut se cliver suivant p, tandis que les clivages ne se voient qu'exceptionnellement dans les animaux vivants. C'est grâce à cette propriété que tous les débris du test des échinodermes fossiles sont constitués par de la calcite spathique, dans laquelle du reste l'examen microscopique permet généralement encore de distinguer les détails de la structure histologique primitive.

Si, au lieu de considérer une pièce en particulier, on étudie ses rapports avec ses voisines, on constate qu'un oursin est en réalité constitué par un groupement de cristaux, liés les uns aux autres par des relations, que j'ai pu définir grâce à l'étude de quelques échantillons particulièrement intéressants.

Il s'agit d'oursins crétacés, hérissés de pointements cristallins, cons-

1. Ce fait, malgré son vif intérêt, est cependant passé sous silence dans la plupart des ouvrages de zoologie : il a été observé pour la première fois, en 1841, dans un oursin, par Haidinger (*Abhandl. k. böhm. Gesellsch. Wissensch.*, p. 6), il a été cité à nouveau par G. Rose [*Abhandl. k. Akad. Wissensch. Berlin*, 1858 (1859-98], par H. C. Sorby (*Quaterly J. Geol. Soc.*, XXXV, 1879. 63), et enfin par M. Douvillé (*B. S. G.*, VII, 1879, 59).

2. J'ai cependant constaté que, dans quelques oursins, dont les piquants portent des ornements en relief (tubercules, aiguilles), le *Dorocidaris papillatus* en particulier, ceux-ci ne sont pas orientés comme le reste de la pièce et sont constitués par de la calcite fibreuse.

titués par des rhomboèdres de calcite ayant pris l'orientation des plaques

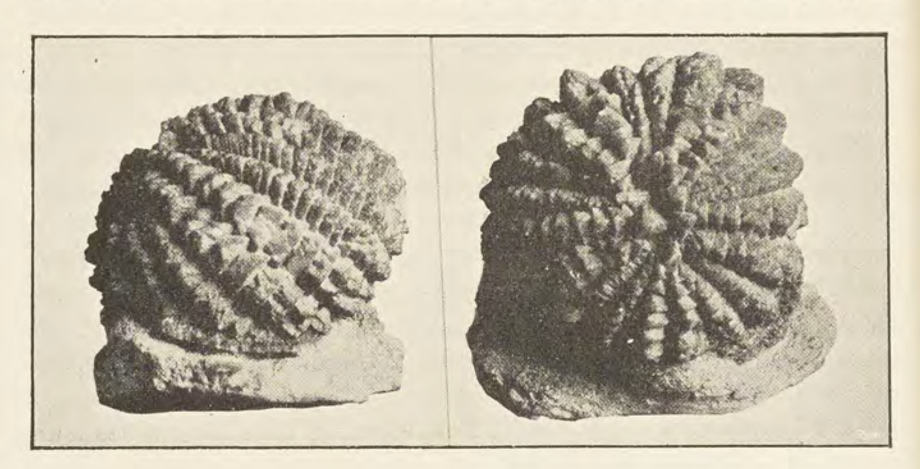


Fig. 28.
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés sur un *Echinochorys vulgaris* de la craie à baculites (*aturien*) de Fréville (*Manche*).

ambulacraires et interambulacraires sur lesquelles ils se sont formés. Tous sont en outre soumis à la loi suivante : un des plans de symétrie du cristal rhomboédrique est compris dans un plan diamétral de l'oursin, passant par une rangée de plaques ambulacraires ou interambulacraires. Un rhomboèdre répondant à cette condition peut occuper deux positions distinctes : l'arête rhomboédrique passant par le plan diamétral peut être disposée du côté du pôle supérieur de l'oursin ou bien être dirigée vers son pôle inférieur ; chacune de ces positions est symétrique par rapport à une face e^2 du cristal. Or, dans les six échantillons d'oursins couverts de cristaux que j'ai étudiés, c'est l'une seulement de ces deux positions

Fig. 29
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés sur un *Nucleolites parallelus* du sénonien de Mouleydier (*Dordogne*).

qui est réalisée d'une façon générale. Dans la figure 28, on voit, en effet, que les rhomboèdres orientés à l'extérieur d'un *Echinochorys vulgaris* ont tous une arête tournée vers le pôle supérieur. Dans la fig. 30, représentant des cristaux disposés à l'intérieur d'un autre individu de la même espèce, on voit, au contraire, la face rhomboédrique se diriger du côté du pôle supérieur et par suite, l'arête opposée s'incliner vers le pôle inférieur ; on peut donc considérer les pointements rhomboédriques de ce dernier échantillon comme représentant le prolongement au delà du test de l'orientation des cristaux de l'échantillon précédent. Seul l'échantillon représenté par la figure 29, renferme un petit nombre de cristaux disposés d'une façon inverse ; ils sont par conséquent symétriques par rapport à e^2 avec les deux cristaux contigus (face à face avec le cristal supérieur, arête à arête avec l'inférieur).



Fig. 30.
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés à l'intérieur d'un *Echinochorys vulgaris* du sénonien de Meudon (*Seine*).

La forme de l'oursin n'a pas d'influence sur la distribution des cristaux, ainsi qu'on peut s'en assurer par la comparaison des figures 28 et 29 représentant la première un oursin régulier de Meudon (*Seine*) et la seconde un oursin irrégulier (*Nucleolites parallelus*) de Mouleydier (*Dordogne*) dont je dois la communication à M. Douvillé. En outre des échantillons figurés, j'ai observé la même disposition à l'intérieur d'*Echinochorys gibbus* du sénonien de Belbeuf près Rouen (*Seine-Inférieure*) et de Reims (*Marne*).

Dans tous les échantillons étudiés, le rhomboèdre est un inverse, plus aigu que e^1 [$e^{6/5}$ $(0.11.\overline{11}.14)$ ou un type voisin], mais cette particularité n'est plus en relation avec l'orientation de la calcite dans l'animal vivant, elle dépend des conditions du milieu dans lequel s'est effectuée la cristallisation.

Les crinoïdes sont constitués par l'empilement de pièces aplaties, aussi l'axe vertical de chacune d'entre elles est-il perpendiculaire à l'aplatissement ; il possède par suite une orientation identique dans toutes les pièces de la tige ; il suit la courbe du calice dans celui-ci. Je n'ai malheureusement trouvé aucun échantillon de crinoïde couvert

extérieurement de cristaux, mais il est très vraisemblable, par analogie avec les oursins qui viennent d'être décrits, que la loi d'orientation mutuelle doit être la même : un crinoïde couvert de cristaux ne devrait montrer aucun pointement ternaire, mais seulement des faces latérales de cristaux de calcite.

Mollusques. — Les *Ostrea*, *Gryphea*, *Pecten*, parmi les lamellibranches; les *Cerithium*, les *Melania*, etc., parmi les gastéropodes, les *Argonautes*, les *Bélemnites*, parmi les céphalopodes, sont exclusivement constitués par de la calcite. Dans certains lamellibranches (*Pinna*, *Mitylus*, *Inoceramus*, *Unio*, *Anondonta*), dans les *patelles*, les *fusus*, la nacre est formée par de l'aragonite et la partie extérieure de la coquille par de la calcite.

Dans ces divers animaux, la calcite présente une structure régulière, qui peut être rapportée à deux types : 1° Elle est lamellaire suivant la base, comme cela a lieu dans la nacre d'aragonite qui sera décrite à cette espèce. Les lames, parallèles à la surface de la coquille, montrent en lumière convergente la croix noire des minéraux uniaxes. Tel est le cas de la coquille des huîtres, des *Haliotis*, des *Argonautes*, etc. ; 2° Elle est fibreuse ou columnaire ; les baguettes élémentaires sont groupées à axes plus ou moins rigoureusement parallèles et disposées d'une façon plus ou moins régulièrement normale à la surface extérieure. Une lame mince, taillée parallèlement à cette dernière, montre un pavage d'alvéoles polyédriques résultant de la section transversale des baguettes. Il est nécessaire de distinguer deux cas :

a) Toutes les alvéoles sont à peine biréfringentes (*Pinna*, *Malleus*) ; l'examen en lumière convergente montre qu'elles sont perpendiculaires à l'axe optique de la calcite. Les baguettes sont donc allongées suivant l'axe vertical.

Tel est aussi le cas réalisé dans le rostre des *bélemnites*, les fibres sont disposées perpendiculairement à la surface de la pièce et par suite à leur axe d'allongement dans sa portion cylindrique. Au fur et mesure que l'on se rapproche de la pointe de la bélemnite, les fibres font un angle de plus en plus sensible avec l'axe de la pièce. M. Cesáro a montré (*Ann. Soc. géol. Belgique*, XVI. Mém. 1899) que dans ce cas, elles se succèdent non plus par plans superposés, mais par cônes s'ouvrant vers la base et dont l'angle dans la *Belemnitella mucronata* tend vers une valeur voisine de 140° au voisinage de l'extrémité du fossile.

b) Toutes les alvéoles ont la même biréfringence très vive, mais

elles s'éteignent dans des directions indépendantes. L'examen en lumière convergente fait voir que toutes ces plages sont parallèles à l'axe optique de la calcite. L'étude en lumière convergente des sections parallèles aux fibres montre que celles-ci sont ou rigoureusement perpendiculaires à l'axe optique ou plus ou moins obliques sur celui-ci, mais la projection de cet axe reste toujours dans un plan perpendiculaire aux fibres. Les baguettes élémentaires sont donc allongées suivant n_g (pour fixer les idées, on pourrait dire suivant une arête $p\,a^1$). Cette structure peut être étudiée dans les grands *Inoceramus* de la craie, dans la partie fibreuse des huîtres perlières (*Meleagrina margaritifera*) et dans les perles de nacre (voir à aragonite).

Œufs d'oiseaux. — Notons en terminant que les coquilles des œufs d'*oiseaux* sont constituées par de la calcite, généralement grenue à la façon de celle qui constitue les calcaires marmoréens (œufs de poule). Exceptionnellement, dans certains œufs très épais, comme ceux d'autruche, d'épiornix (*Madagascar*), elle prend une structure fibreuse avec fibres plus ou moins normales à la surface ; les baguettes élémentaires qui constituent ces fibres ont une section triangulaire rendue parfois très distincte, grâce à l'existence d'un pigment localisé dans leur partie centrale.

Les œufs de *reptiles* (Chéloniens, Sauriens) sont constitués par des sphérolites très réguliers à rapporter à l'aragonite : il est aisé par suite de les distinguer des œufs d'oiseaux.

Mammifères.— Enfin, je signalerai deux cas, que j'ai observés, de formation pathologique dans le rein de bœufs, de petites perles calcaires ayant l'aspect, la structure des perles et atteignant 6 à 7 millimètres de diamètre. Elles sont constituées par de la calcite, ayant la structure qui sera étudiée plus loin dans la *ctypéite*. Quelques-unes de ces perles ont un orient, qui rappelle celui de la perle fine, tandis que d'autres ont un aspect doré, avec l'éclat métallique, dû à des phénomènes de lames minces.

b) *Dans les fentes et les cavités des roches sédimentaires.*

Les cavités de corrosion et les fentes des roches sédimentaires et particulièrement celles des calcaires renferment avec une extrême fréquence des cristaux de calcite ; ceux-ci sont de formation postérieure au dépôt des sédiments et résultent de la cristallisation du carbonate de calcium dissous dans les eaux d'infiltration, chargées d'anhydride carbonique. Les cavités de nombreux fossiles et notamment les loges

des ammonites (fig. 31), constituent fréquemment des géodes tapissées de cristaux qui sont souvent beaucoup plus frais que ceux recouvrant les fissures, parce que se trouvant dans des cavités obturées, ils n'ont pas subi de corrosions postérieures. Ces phénomènes de corrosion et de démolition partielle sont toujours intenses aux affleurements, c'est pourquoi dans les carrières de calcaire les plus beaux cristaux se trouvent d'ordinaire dans les parties les plus basses de l'exploitation.

La production de ces cristaux est indépendante de l'âge des sédiments qui les renferment, aussi n'est-ce que pour faciliter les recherches que j'ai classé chronologiquement les documents recueillis. Dans une région déterminée, il est assez fréquent de voir les mêmes formes de cristaux de calcite se rencontrer à un même niveau stratigraphique ; ce fait peut s'expliquer par l'analogie du milieu (structure et composition des assises sédimentaires) et des conditions dans lesquelles s'y est effectuée la cristallisation de la calcite secondaire.



Fig. 31.
Géodes tapissées de cristaux de calcite, constituées par les loges d'une Ammonite du lias de Génelard (*S.-et-Loire*).

C'est également dans le but de rendre plus faciles les recherches, que j'étudie dans un paragraphe spécial les cristaux recueillis, non plus dans les fentes, mais dans des grottes creusées dans les calcaires, la production de la calcite cristallisée s'y poursuivant souvent encore actuellement ; il y a évidemment continuité dans la formation des cristaux des simples géodes, des fentes et de ceux des grottes.

Parmi les innombrables gisements de calcite appartenant au genre de gisement étudié ici, j'ai choisi ceux qui, à ma connaissance, se recommandent par la beauté, l'abondance ou la netteté de leurs cristaux. Le nombre des gisements à citer pourrait être multiplié à l'infini, si l'on prenait la peine de parcourir, en vue de leur étude, les régions exclusivement sédimentaires, d'ordinaire peu visitées par les minéralogistes et généralement négligées à ce point de vue par les géologues.

Je tiens à remercier d'une façon spéciale : MM. Bayle, Berthier, Boreau, Bourguignon, de Brun, Chamussy, Collot, Demarty, Doumerc,

de la Durandière, Fabre, Flamand, Girardot, Gonnard, Gosselet, F. Gourdon, de Gramont, Hoh, Kilian, G. Lafay, Lambert, Le Roux, J. Martin, Meyer, Mieg, Œhlert, Petitclerc, Poisot, Porteut, Skrodzki, Torcapel, qui ont bien voulu répondre à mon appel et me fournir quelques documents sur les régions, qu'ils ont plus particulièrement étudiées et que j'ai peu ou pas étudiées moi-même.

Je signalerai une fois pour toutes, sans citer de localités spéciales, l'abondance, dans les fentes de tous les calcaires sédimentaires, d'une variété de calcite fibrobacillaire, formant souvent des baguettes cannelées de plus d'un décimètre de longueur ; elles sont constituées par des cristaux de calcite (incolores ou plus souvent colorés par un peu de fer en jaune plus ou moins foncé), allongés suivant l'axe vertical et faiblement accolés les uns aux autres. Ils se distinguent de l'aragonite fibreuse par leurs clivages très obliques sur l'axe vertical : parfois ils se terminent par des pointements distincts (généralement des rhomboèdres aigus).

La *calcite farineuse* et *cotonneuse* est moins fréquente. Elle constitue des enduits, semblables à une farine légère ou à une ouate délicate, se tassant sous la pression du doigt ou s'envolant au moindre souffle quand on découvre les cavités qui la renferment. Elle est souvent de formation actuelle.

α) Dans les cipolins des schistes cristallins.

Les cipolins intercalés dans les schistes cristallins des gisements français sont généralement pauvres en fentes à cristaux remarquables de calcite. Il y a lieu toutefois de faire exception pour les gisements suivants.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les cipolins exploités à Savenne renferment quelquefois de beaux cristaux, dont j'ai recueilli un assez grand nombre ; j'en dois en outre quelques-uns à M. Demarty. Ils se trouvent soit dans des fentes, soit dans des cavités irrégulières au milieu de la roche elle-même. Ils offrent des combinaisons assez variées ; beaucoup d'entre eux sont prismatiques (fig. 32) : e^2 b^1 p, avec allongement suivant l'axe vertical et parfois de petites facettes d^2, a^1 et e^3 ($40\bar{4}1$). Les faces b^1 sont ternes ; toutes les autres sont au contraire très brillantes.

Une autre combinaison est caractérisée par le développement de $e^{7/2}$ ($30\bar{3}1$), à faces courbes, avec $e^{1/3}$ ($0\bar{4}\bar{4}5$) et b^1 (fig. 33).

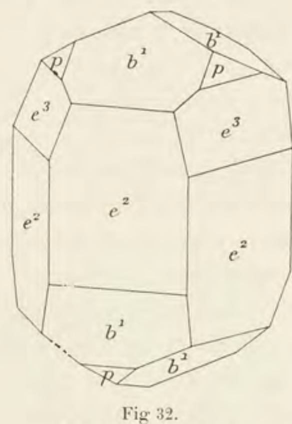


Fig 32.
Calcite de Savenne.

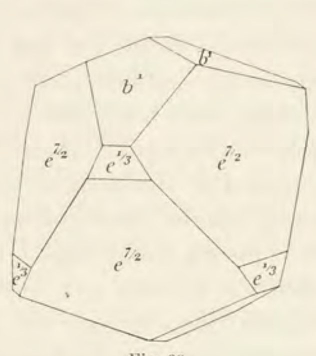


Fig. 33.
Calcite de Savenne.

Vosges. — [*Alsace*]. Je dois à M. Ungemach la communication de la fig. 34 représentant la forme de cristaux : d^4 ($41\bar{5}3$) e^3 ($40\bar{4}1$) $e^{7/3}$ ($10.0.\bar{1}0.1$) b^1, qui proviennent des fentes des cipolins de la carrière Saint-Philippe, près Sainte-Marie-aux-Mines.

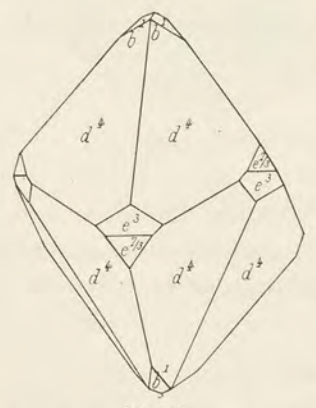


Fig. 34.
Calcite de la carrière de Saint-Philippe, Sainte-Marie-aux-Mines.

Vosges. Au Chipal en La Croix-aux-Mines, de petits cristaux jaunes (d^2) se trouvent dans les mêmes conditions qu'à Sainte-Marie ; ils sont associés à de la dolomite. Les cipolins de ce gisement, aussi bien que ceux du gisement précédent, sont remarquables par les nombreux minéraux silicatés qu'ils renferment (chondrodite, spinelles, phlogopite, etc.).

Algérie. — *Alger*. Les cipolins de Bab-el-Oued, non loin d'Alger, sont riches en beaux cristaux de calcite, dont j'ai pu étudier une série grâce à l'obligeance de M. Flamand. Ce gisement est intéressant en ce qu'il offre au point de vue des cristaux de calcite un intermédiaire entre les fentes et les grottes.

Ces cristaux se présentent avec des formes et dans des conditions

différentes. On trouve tout d'abord des cavités tapissées de cristaux distincts : 1° petits rhomboèdres p, blancs laiteux et de petite taille; 2° rhomboèdres inverses e^1, pouvant atteindre 3 centimètres, avec parfois de petites facettes d^2 ou $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3) (fig. 35) ou bien encore d^2, a^1 et des rhomboèdres aigus, [$e^{6/5}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.4) et $e^{4/3}$ (07$\bar{7}$2)], avec ou sans a^1, qui n'ont été mesurés qu'au goniomètre d'application.

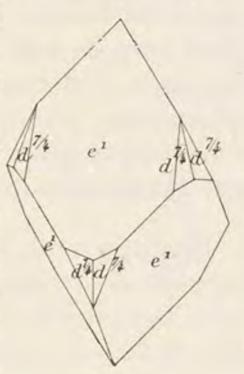
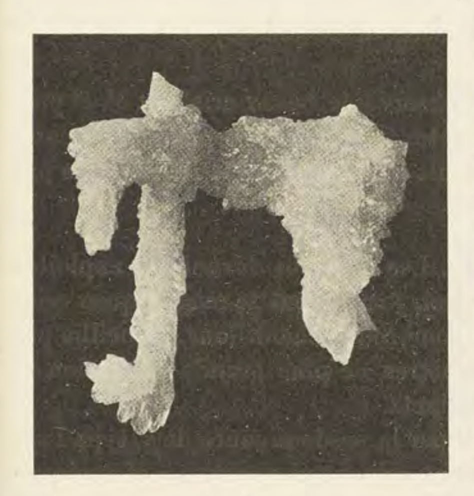


Fig. 35.
Calcite de Bab-el-Oued.

Il existe en outre de vastes surfaces couvertes d'une sorte de glaçure de cristaux, pouvant atteindre individuellement un centimètre de plus grande dimension, mais n'ayant que peu d'épaisseur. Ils se touchent tous, formant ainsi à la roche un revêtement continu; cette croûte est colorée en jaune par de la limonite dans la partie en contact avec le cipolin, mais sur la surface libre, l'extérieur des cristaux est incolore et limpide ; leurs faces sont brillantes et souvent inégalement développées. En examinant un grand nombre de débris de ces cristaux, j'ai pu les rapporter à divers types, suivant que c'est e^1, un scalénoèdre métastatique (d^2 ou $d^{3/2}$) ou bien $e_{1/2}$ qui domine, ces trois formes étant d'ailleurs souvent associées. Les cristaux sont généralement terminés par des scalénoèdres b^x très striés (b^3 en particulier), quelquefois associés à b^1 : j'ai observé enfin e^2 et e^3.


Fig. 36.
Stalactite formée par des cristaux de calcite. Bab-el-Oued.

Sur ces enduits cristallins, se détachent des cristaux ou des stalactites cristallines, d'un blanc laiteux, translucides ou transparentes ; ces stalactites sont uniquement formées par l'enchevêtrement irrégulier des gros cristaux à faces courbes; leur surface est corrodée, comme s'ils avaient été plongés pendant quelque temps dans un acide. La fig. 36 représente une stalactite d'un type spécial ; elle est constituée par des

cristaux enfilés suivant l'axe vertical et ayant dans leur ensemble l'apparence d'un cristal unique, limité par un rhomboèdre aigu, non mesurable, voisin du prisme e^2. L'un de ces gros cristaux polysynthétiques est terminé par plusieurs pointements légèrement divergents, dans lesquels sont distinctes les formes d^2, p, e^3, b^1. Ces curieuses baguettes cristallines sont réunies et recouvertes par des cristaux plus petits, parfois uniformément orientés en grand nombre, mais sans relation géométrique avec leur support Ils sont tous terminés par des surfaces courbes b^x.

Madagascar. — *Imérina.* M. Villiaume et M. G. Grandidier ont rapporté des clivages provenant d'énormes cristaux de calcite, presque aussi transparents que le spath d'Islande, et remplissant des fentes dans les cipolins d'Ambatofanandrahana, dans le bassin de la Mania, un peu au Sud des mines de cuivre d'Ambatofanjehana.

β) Dans les assises paléozoïques.

(Précambrien, silurien et dévonien.)

Ardennes. — *Ardennes.* J'ai observé de beaux cristaux b^1 e^2 provenant du calcaire de Givet ; ils atteignent souvent plusieurs centimètres et présentent les groupements à axes parallèles représentés par la figure 10 (p. 421).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les calcaires dévoniens, exploités à Erbray et à Cop Choux en Mouzeil, fournissent de magnifiques cristaux de calcite, dont j'ai étudié de nombreux échantillons, recueillis par M. Baret. Ils atteignent 10 centimètres de plus grande dimension et se rapportent à plusieurs types distincts.

Celui qui domine est caractérisé par la prédominance de p (type I a), avec, à Erbray, fréquent allongement suivant une arête p p et quelquefois aplatissement suivant une face p, comme dans les figures 43 et 44. Suivant les échantillons, les faces p sont plus ou moins larges ; elles sont toujours accompagnées de d^2 et parfois de facettes linéaires b^1 ou d'un scalénoèdre obtus b^x, généralement terne et difficilement mesurable ; j'ai pu cependant constater l'existence de b^5 $(41\bar{5}6)$ sur plusieurs cristaux (fig. 37) ; e^3 $(40\bar{4}1)$ et plus rarement e^2 existent aussi quel-

quefois, leurs faces sont toujours brillantes. Il est exceptionnel de voir, comme dans la figure 38, p réduit à de petites facettes. La figure 39 représente l'aspect le plus habituel des gros cristaux de Cop Choux, dont les scalénoèdres sont ternes et difficilement mesurables ; il existe parfois des macles suivant a^1.

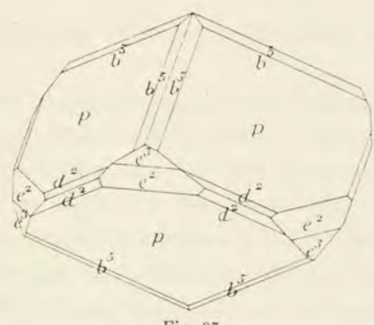


Fig. 37.
Calcite d'Erbray.

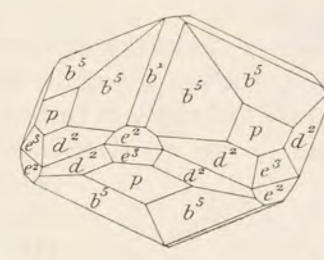


Fig. 38.
Calcite d'Erbray.

Un second type est caractérisé (type III) par la prédominance de d^2, surmonté par un scalénoèdre très voisin de p, ou par cette dernière forme et par un scalénoèdre b^x ; il existe aussi de petites facettes e^3, e^2 et e^1, qui seules sont brillantes.

Enfin, on trouve des rhomboèdres b^1 striés, ternes, présentant des faces p, souvent remplacées par des scalénoèdres striés d^x et b^x et également ternes, alors que de petites faces e^2 sont brillantes. Ces cristaux deviennent parfois lenticulaires et forment de beaux groupes (Baret. *Bull. sc. nat. Ouest*, VIII, 1898).

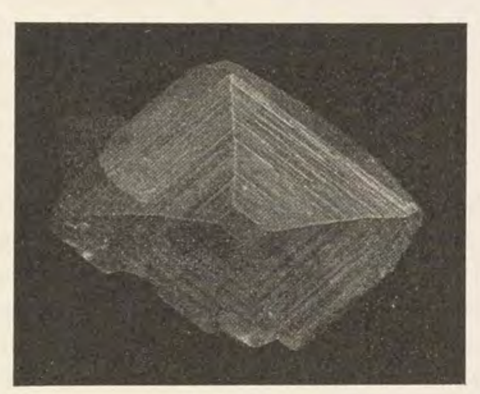


Fig. 39.
Calcite de Cop Choux (*Type I a bis*).

Enfin, je signalerai des cristaux parfois fort gros (4 à 5^{cm}) caractérisés par l'association de e^3 (40$\bar{4}$1) (très développé) et de divers scalénoèdres métastatiques : $d^{7/2}$ (72$\bar{9}$5), $d^{7/4}$ (7.4.$\overline{11}$.3), $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) et d'autres plus voisins de p ; ces cristaux présentent souvent e^2 et sont

fréquemment terminés par des scalénoèdres b^x indéterminables. Les faces de tous les cristaux de ce type sont ternes, à l'exception de e^3 et de e^2; je citerai enfin un curieux échantillon de la collection du Muséum appartenant à ce type et dont les faces sont recouvertes d'un léger enduit de pyrite, qui rend miroitantes quelques-unes d'entre elles.

Les cristaux d'Erbray renferment souvent aussi des inclusions de pyrite.

Maine-et-Loire. Les carrières de calcaire dévonien, exploitées pour les fours à chaux d'Angers, sont remarquablement riches en cristaux de calcite, qui méritent l'attention, à cause de leur intérêt cristallographique et des grandes dimensions qu'ils peuvent atteindre. C'est certainement de ce gisement que provient le cristal représenté par Haüy (*op. cit.* [1] fig. 110) et offrant la combinaison $p\ d^5$ $(51\bar{6}4)$ $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ e^3 (fig. 40).

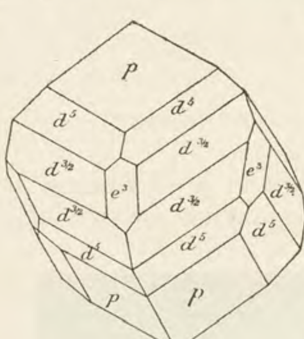


Fig. 40.
Calcite d'Angers.

Ces cristaux ont généralement leurs faces peu brillantes, et sont d'ordinaire colorés en jaunâtre. On peut obtenir par clivage des solides, assez transparents, incolores ou jaunes de différentes nuances. Les cristaux sont parfois encroûtés de produits ferrugineux, qui sont disposés de préférence sur les faces p. Assez souvent, des cristaux ternes et teintés sont recouverts d'une couche mince, incolore, de calcite de nouvelle génération, présentant des faces extrêmement brillantes. C'est sur des fragments de cristaux présentant cette particularité qu'ont été prises toutes les mesures, qui m'ont servi à identifier les formes dont il va être question; les cristaux ordinaires ne peuvent en effet être mesurés qu'au goniomètre d'application. On rencontre parfois des cristaux dépassant un décimètre de plus grande dimension, leur surface est terne ; ils sont brisés et recimentés par de la calcite limpide, dont les faces brillantes jalonnent les cassures anciennes.

1. Au cours de la description de la calcite, je désignerai par cette abréviation la deuxième édition du *Traité de Minéralogie* : je reproduirai les quelques figures d'Haüy représentant les combinaisons signalées par lui dans des gisements français ; elles sont intéressantes au point de vue historique, car c'est là qu'elles ont été pour la première fois observées.

Il existe deux types principaux : 1° Les plus grands cristaux et les plus nombreux sont constitués par des scalénoèdres (type III) presque invariablement terminés par le rhomboèdre p, largement développé. A l'inverse de ce qui a lieu dans la plupart des autres gisements français, le scalénoèdre le plus fréquent n'est pas d^2, qui se rencontre du reste aussi dans ce gisement à l'état isolé, mais $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$, souvent associé à d^2, à d^1 $(11\bar{2}0)$, à $d^{8/3}$ $(8.3.\bar{1}\bar{1}.5)$. Les formes e^1, e^3, b^1 existent parfois, mais sont toujours réduites à de petites facettes.

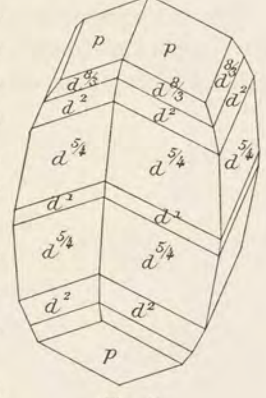


Fig. 41.
Calcite d'Angers.

La figure 41 montre le faciès habituel des cristaux de ce type. Ils présentent assez fréquemment un allongement fort net suivant une arête $p\ d^x$.

2° Le second type (Type I *a bis*) est caractérisé par la prédominance du rhomboèdre p, mais celui-ci existe rarement seul, il est très généralement associé à des scalénoèdres, ne pouvant constituer qu'une fine bordure sur les arêtes en zigzag : leur éclat contraste avec l'aspect terne des faces rhomboédriques. J'ai observé parmi ces scalénoèdres d^2, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, avec parfois des facettes linéaires brillantes, correspondant aux rhomboèdres e^3, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$.

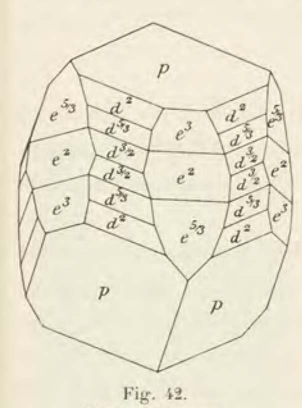


Fig. 42.
Calcite d'Angers.

Parfois, les faces du scalénoèdre d^2 sont plus développées ; e^3 constitue de larges faces, souvent associées à e^2. Dans les cristaux de ce type, e^3 et e^2 sont généralement les seules formes à faces brillantes.

Les cristaux, qui viennent d'être décrits, présentent rarement leur développement normal (fig. 42) ; ils sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant une face p et allongés parallèlement à une arête $p\ d^2$ (fig. 43 et 44).

Enfin, dans quelques cristaux, les faces p disparaissent presque complètement et sont remplacées par des scalénoèdres b^x très obtus, ternes et non mesurables et par des scalénoèdres à faces brillantes

d^7 (71$\bar{8}$6), d^4 (41$\bar{5}$3), associés aux scalénoèdres signalés plus haut et à $d^{5/2}$ (52$\bar{7}$3), $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3), $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) ou à d^1, avec, dans quelques échantillons, des facettes étroites e^3, e^2.

Je n'ai observé aucune macle dans ce gisement.

Les calcaires dévoniens de Chaudefonds sur l'Ayon, près Chalonnes-sur-Loire, ont fourni, il y a quelques années, une poche remplie d'argile et tapissée de cristaux de calcite atteignant 30 centimètres suivant l'axe vertical. Ces cristaux, dont M. Davy a donné plusieurs au Muséum, sont des scalénoèdres d^2, plus rarement $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3) ; leurs faces sont ternes et ils présentent fréquemment de profondes corrosions linéaires, correspondant aux plans p et b^1.

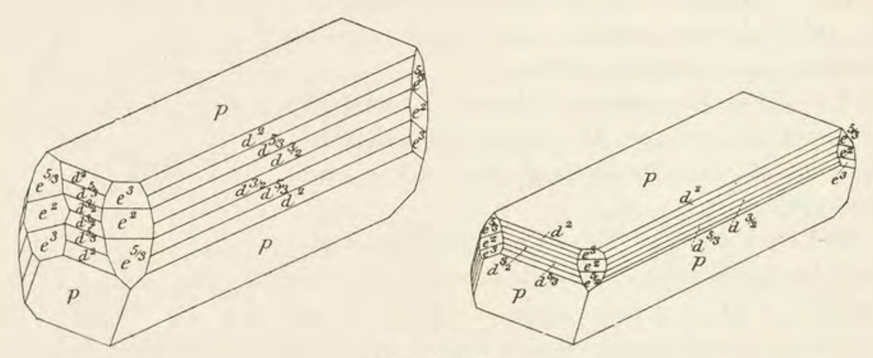


Fig. 43 et 44.

Mêmes combinaisons que dans la figure 42, mais avec allongement suivant une arête culminante de p et en outre, dans la figure 44, aplatissement suivant une face p. Angers.

Enfin les fissures des schistes ardoisiers siluriens d'Angers sont tapissées de rhomboèdres (e^1) et de scalénoèdres jaunes de calcite, groupés en grand nombre à axes parallèles et saupoudrés de pyrite.

Mayenne. Les anciennes carrières des fours à chaux de la Poupardière, à la Baconnière, ont fourni de beaux cristaux de calcite. C'est sans doute de ces calcaires dévoniens que provient un échantillon que m'a signalé M. Ungemach : cristal blanc d^2 de 5 centimètres, émergeant de cristaux rouges, plus récents : b^1, d^4 (41$\bar{5}$3), $d^{4/3}$ (07$\bar{7}$2), groupés à axes parallèles. Les faces $e^{4/3}$ sont recouvertes d'une croûte rosée, opaque, de troisième génération. Au point de vue du mode de formation, ces cristaux sont à comparer à ceux de Louverné (page 468).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les calcaires dévoniens de Rioumaou, près Saint-Sauveur, et, d'une façon générale, tous les calcaires siluriens et dévoniens de la vallée du Bastan, entre le col du Tourmalet et Barèges, renferment en assez grande quantité des masses légères, parfois volumineuses, constituées par des lames de calcite extrêmement minces, aplaties suivant a^1. Cette calcite accompagne fréquemment des zéolites (heulandite, stilbite, brewstérite), aussi bien dans la zone de contact du granite, que dans les fentes des sédiments intacts. A Rioumaou, j'ai observé quelques cristaux à faces nettes : a^1 e^1, aplatis suivant la base ; b^1 e^2 ; e^1 e^2 $d^{4/3}$ ($4\bar{3}71$), gros cristaux, dans lesquels c'est tantôt e^1 et tantôt $d^{4/3}$ qui domine.

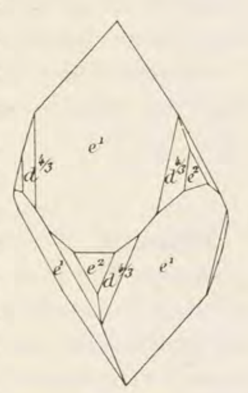


Fig. 45.
Calcite de Rioumaou.

Corbières. — *Gard*. Les calcaires paléozoïques (probablement siluriens), devenus marmoréens au contact du granite de l'Aigoual, renferment de beaux cristaux de calcite, notamment à Arrigas (b^1 ; b^1 e^1 e^2 et rhomboèdres courbes) et au hameau de Malet près de Valleraugue. M. Carrière m'a communiqué des échantillons de ce dernier gisement ; ce sont des scalénoèdres d^2 atteignant 6 cm. et terminés par de petites facettes b^1 et b^x (courbes).

Plateau Central. — *Corrèze*. M. Puyaubert m'a signalé l'existence, dans les fentes de schistes précambriens d'Alassac, de grandes surfaces tapissées de cristaux d^2 de calcite(2 à 3 cm.), associés à des octaèdres de pyrite. Il existe aussi des cristaux plus petits (b^1 e^2), implantés sur de la barytine.


Fig. 46.
Cristal e^2 b^1 englobant un scalénoèdre d^2. Pierrefitte-sur-Loire.

Allier. Les calcaires dévoniens de Pierrefitte-sur-Loire renferment des cristaux de calcite, qui présentent une particularité curieuse ; ce sont des scalénoèdres d^2 et des prismes e^2, surmontés de b^1 et généralement aplatis suivant une face e^2. Dans quelques échantillons, plusieurs de ces cristaux sont accolés contre un scalénoèdre d^2 ou englobent en partie celui-ci, comme dans la fig. 46 ; les deux cristaux ont leurs axes

parallèles. Les scalénoèdres sont fréquemment recouverts d'une croûte de calcite ferrifère concrétionnée.

Les calcaires marmoréens de Gouttes-Pommiers, près Saligny, renferment des géodes tapissées par de très gros scalénoèdres d^2 de calcite ; ils se trouvent au voisinage de filons de psilomélane.

Saône-et-Loire. Le rhomboèdre p est la forme dominante des cristaux des calcaires de Gilly-sur-Loire.

Carbonifère et Permien.

Flandre. — *Pas-de-Calais.* Le calcaire à *Productus cora* d'Elinghen près Marquise, aux environs de Boulogne-sur-Mer, renferme des cristaux de calcite parfois assez gros ; les formes sont simples : d^2, avec un scalénoèdre indéterminable sur les arêtes d^2 (sur e^1) : j'ai observé aussi les combinaisons $d^2\ b^1$; $d^2\ e^1$.

Nord. De jolis rhomboèdres b^1, formés par emboîtement d'un grand nombre d'individus de même forme, se rencontrent dans les fentes du calcaire carbonifère de Haveluy et de Lens, ils sont souvent saupoudrés de pyrite. Dans des cristaux de Lens, que je dois à M. Bovio, j'ai observé la combinaison $d^1\ d^2\ d^{7/2}\ d^{11/5}\ p\ b^7\ b^9\ e^3\ e^2$ et enfin la forme plus rare φ $(62\bar{8}1)$.

A la mine de la Grange, des cristaux b^1 se rencontrent dans les fissures de la houille.

Nord. A la fosse Vieux-Condé (Anzin), d^2 (avec ou sans e^3) est accompagné de cristaux de célestite ; ces scalénoèdres ont leur extrémité libre, régulière, alors que la partie adhérente à la gangue est au contraire constituée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de même forme.

J'ai observé aussi (Fosse Enclos) des rhomboèdres b^1, recouvrant de la pyrite, et empilés suivant l'axe vertical ; ceux des deux extrémités de l'assemblage étant plus gros que ceux de la portion moyenne.

Le calcaire carbonifère de Marbaix est riche en géodes, tapissées de cristaux incolores de calcite (e^2, e^1 ou rhomboèdres à faces courbes plus aigus) ; on rencontre fréquemment une seconde génération de cristaux de plus grande taille et plus variés de formes. Les uns sont incolores, extrêmement allongés suivant l'axe vertical et formés par les rhomboèdres très aigus, $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{14}.1)$ ou $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{17}.1)$, associés à e^1 ou à b^1.

Les autres atteignent 3 centimètres ; ils sont d'un jaune d'ambre, transparents et souvent riches en inclusions de pyrite.

Ces cristaux présentent presque tous les deux les formes d^2 et e^3, l'une prédominant généralement sur l'autre : quelquefois e^3 est remplacé par le prisme e^2 arrondi ou peut-être par le rhomboèdre aigu $e^{11/6}$ ($0.17.\bar{17}.1$).

Ces gros cristaux sont tous maclés par accolement suivant a^1. Les phénomènes de dissolution superficielle, qu'ils ont fréquemment subis, ont rendu très apparente la ligne de suture des deux individus constituant la macle. Les arêtes les moins obtuses de d^2 sont d'ordinaire arrondies et luisantes par suite de l'existence de e^1 et de scalénoèdres de la zone e^1 d^2 non mesurables (faces de dissolution ?).

Fig. 47.
Calcite de Dompierre.

M. Cayeux m'a procuré de beaux cristaux provenant du calcaire de Bachant. Ceux de petite taille présentent la combinaison b^1 p e^2, raccourcie suivant l'axe vertical. Ils sont parfois recouverts par des cristaux lenticulaires atteignant 15 cm. de plus grande dimension, maclés suivant a^1 par pénétration ou par accolement. Ils sont essentiellement constitués par b^1, creusés de profondes cannelures et oscillant avec des scalénoèdres b^x. Tous les échantillons que j'ai examinés sont arrondis par dissolution et aucun d'eux ne se prête à une mesure précise.



Fig. 48.
Calcite de Saint-Aubin (macle suivant a^1) supportant des cristaux plus petits, implantés sur les faces p.

Il en est de même pour des cristaux curieux à cause de leur forme globuleuse, qui proviennent de Dompierre ; ils sont formés par l'association de b^1 et de $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) également développés, et accompagnés de petites facettes $e^{9/4}$ ($13.0.\bar{13}.1$) (fig. 47).

Il faut signaler encore à Bavant de gros cristaux jaunes lenticulaires, très irréguliers, constitués par b^1, oscillant avec b^3, accompagné quelquefois de p ; enfin de gros scalénoèdres d^2 blancs à surface rouge ayant de 5 à 6 cm. suivant l'axe vertical.

J'ai examiné aussi un beau cristal jaune provenant de Saint-Aubin ; c'est une macle suivant a^1 presque complète, mesurant environ 10 cm. suivant l'axe vertical. La forme dominante est un scalénoèdre très voisin de d^2 [$d^{15/7}$ $(15.7.\bar{2}\bar{2}.8)$], accompagné de e^2 et de e^3, avec un sommet polysynthétique corrodé, constitué par p, avec de petites facettes $e^{1/2}$. Sur chaque angle formé par l'intersection de d^2 avec p, se trouve implanté un petit cristal aplati, essentiellement constitué par d^2 (avec d^5) et un scalénoèdre b^x très obtus et terne (sans doute b^5 ou b^6.) La figure 48 représente ce cristal.

[**Belgique**]. Les calcaires paléozoïques se trouvant au delà de la frontière ne sont pas moins riches en cristaux de calcite. Je citerai un peu longuement les calcaires hydrauliques du dévonien supérieur de Rhisnes, bien que cette localité soit éloignée de la région qui nous

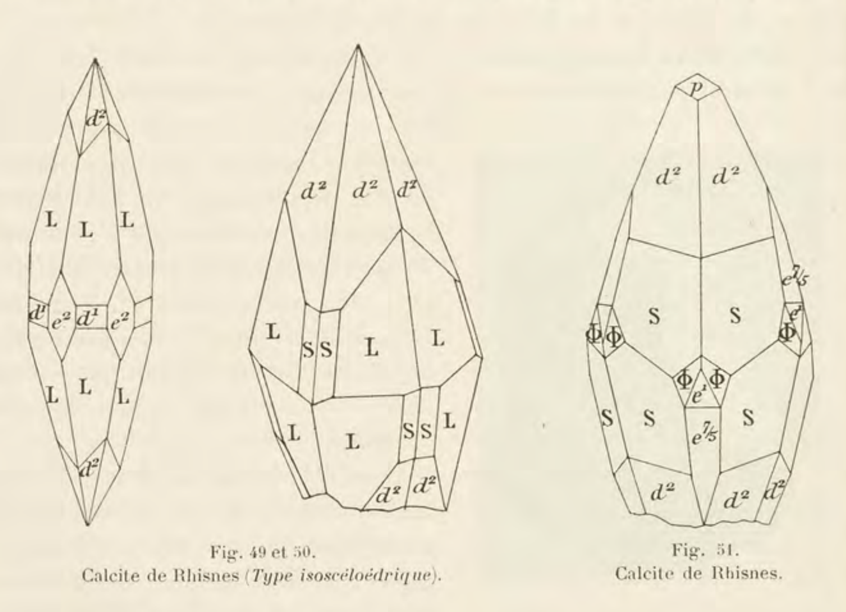


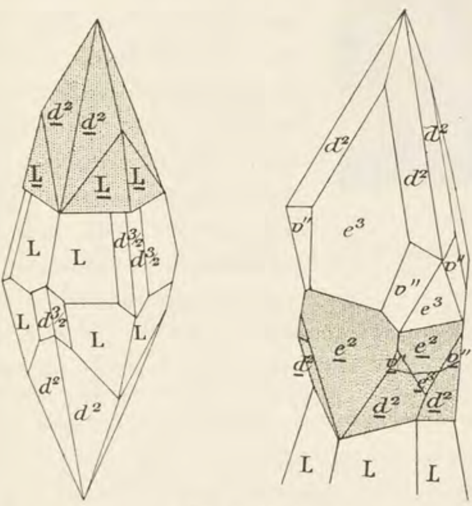
Fig. 49 et 50.
Calcite de Rhisnes (*Type isoscéloédrique*).

Fig. 51.
Calcite de Rhisnes.

occupe, parce qu'ils renferment en abondance des cristaux de calcite, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension et méritant de devenir classiques, depuis les travaux de M. Cesàro (*Ann. Soc. géol. Belgique*, XVI, 1889, *Mémoires*).

Leur caractéristique consiste dans la fréquence de l'isoscéloèdre L = $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$, qui existe seul ou est accompagné d'autres formes et

donne lieu ainsi à de multiples combinaisons (fig. 24, 49, 50, 52). Parmi ces formes, les unes sont communes : p; a^1, d^1, d^2, e^2, e^3, etc., les autres sont plus rares : ces dernières résultent de modifications sur les arêtes culminantes antérieures (sur p) de L, tel est en particulier S ($34.20.\overline{54}.11$) et des scalénoèdres voisins, faisant comme ce scalénoèdre partie de la zone e^3 $d^{3/2}$, dans laquelle a été aussi rencontré le scalénoèdre d ($101.70.\overline{171}.34$), (fig. 56); ou bien



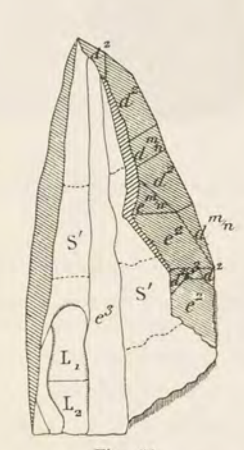


Fig. 52 et 53.
Groupement de cristaux de calcite de formes différentes. Rhisnes.

Fig. 54.
Groupement de cristaux appartenant à trois générations successives. Rhisnes.

elles sont produites par modification des angles basiques de L, comme Φ ($17.8.\overline{25}.3$), de la zone e^2 L par exemple (fig. 51). Enfin, parmi les combinaisons dans lesquelles ne figure pas L, il existe quelques formes intéressantes, telles que le scalénoèdre v'' ($37.14.\overline{51}.8$), (fig. 53).

Pour plus de détails, je renvoie au mémoire de M. Cesàro, auquel j'emprunte les figures 24, 49 à 54, 56 à 59, dont la comparaison m'a été facilitée par une collection de ces beaux cristaux que mon savant collègue a bien voulu me donner : la figure 55 représente la photographie de l'un d'eux.

L'influence des conditions du milieu sur la cristallisation est remarquable à Rhisnes, car on y trouve avec une extrême fréquence cette

forme L, qui n'avait jamais été rencontrée ailleurs à l'état isolé. Elle a été trouvée plus récemment dans les calcaires siluriens de Gotland.

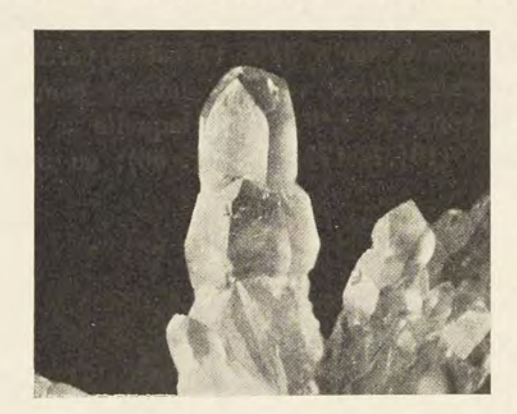


Fig. 55.
Groupement sur l'isoscéloèdre L, d'un cristal à faciès prismatique. Rhisnes.

Les variations de forme au cours de la cristallisation ont été fréquentes : il faut à cet égard signaler l'existence des scalénoèdres $d^{3/2}$ et S, produits par néogénèse autour d'un isoscéloèdre. L'étude de ces cristaux de nouvelle génération a conduit M. Cesàro à remarquer que lorsqu'à Rhisnes, un nouveau cristal s'est produit autour d'un individu préexistant, en général, les arêtes du premier cristal tendent à être remplacées par des faces qui leur sont parallèles, c'est-à-dire qu'une face du nouveau cristal est en zone avec deux faces du premier.

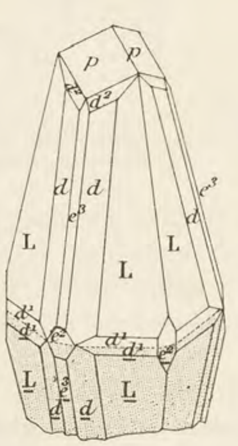


Fig. 56.
Macle suivant a^1 de deux isoscéloèdres. Rhisnes.

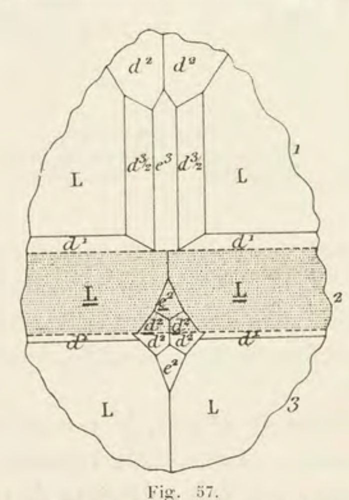


Fig. 57.
Macle complexe suivant a^1. Rhisnes.

La figure 54 représente un de ces groupements ; on y observe trois formations successives de cristaux ; tout d'abord, un isoscéloèdre, dont on ne voit que deux faces (L_1 et L_2), puis un cristal S' e^3 et enfin un

individu plus compliqué, qui a été hachuré sur la figure ; cette association légitime la conclusion de M. Cesàro, car e^3 est produit par troncature sur une arête L, et S', scalénoèdre très voisin de S, est formé par biseau sur cette même arête.

Très caractéristiques de ce gisement sont aussi les implantations à axes parallèles sur l'isoscéloèdre de cristaux de formes variées : c'est ainsi que souvent l'on trouve celui-ci surmonté d'un scalénoèdre, parfois lui-même plus ou moins entouré par un prisme. On verra signalés des faits du même ordre dans d'autres localités.

Fig. 58.
Groupement symétrique par rapport à e^2. Rhisnes.

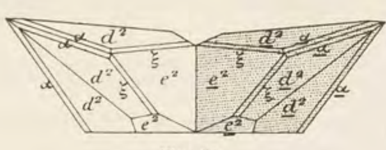


Fig. 59.
Macle suivant b^1. Rhisnes.

La figure 55 représente la photographie d'un groupement de ce genre, mais présentant la particularité, fort rare, d'un isoscéloèdre L terminé par un autre isoscéloèdre (sans doute e_3) et coiffé par un cristal prismatique sans intermédiaire d'un scalénoèdre ; ce fait n'est réalisé que lorsque le cristal L est de deuxième formation.

Enfin, à Rhisnes, les macles suivant a^1 sont fréquentes (fig. 56 et 57), celles suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ et celles suivant b^1 exceptionnelles. La figure 59 représente une macle de ce dernier type, trouvée dans une fente du marbre noir et montrant les isoscéloèdres ξ $(22\bar{4}1)$ et α $(44\bar{8}3)$, et la figure 58 une macle de deux scalénoèdres symétriques par rapport à e^2 $(10\bar{1}0)$ $(d^2\, d^2 = 159°40')$.

Normandie. — *Manche*. Le calcaire carbonifère d'Hyenville renferme de gros cristaux de calcite de la forme b^1 e^2.

Maine. — *Sarthe*. Les calcaires de Juigné-sur-Sarthe fournissent de gros cristaux de calcite, à faces ternes, du type *l. a*. J'ai vu, dans quelques collections, de ces cristaux inexactement étiquetés : Solesmes, localité située vis-à-vis Juigné, sur la rive gauche de la Sarthe.

Mayenne. Les calcaires carbonifères de Grèz-en-Bouère ont fourni

de très beaux cristaux, dépassant souvent 1 décimètre ; d^2 y domine ; les sommets sont fréquemment surmontés de p avec des arêtes arrondies, conduisant à des scalénoèdres striés, au moins aussi obtus que b^5 (41$\bar{5}$6). Près de Louverné, M. F. Gourdon a signalé un important gisement de calcite, à la carrière de la Vannerie, et M. J. de Lapparent y a indiqué (*Mayenne-Science*. 1908.98) plusieurs combinaisons : d^2, seul ou associé à b^1, e^2, p et à un scalénoèdre d^x, plus obtus que d^2 ; $b^1 e^2$ (cristaux souvent implantés sur ceux du type précédent) ; b^1, $e^{9/4}$; $e^{4/5}$; p d^1.

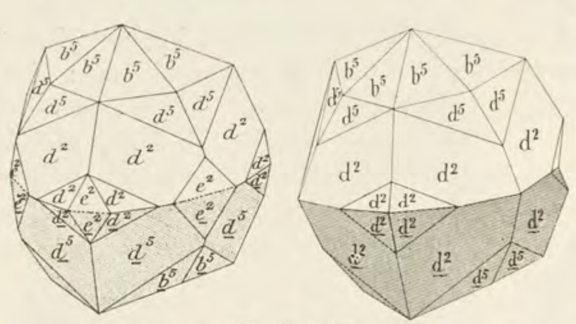


Fig. 60 et 61.
Macles suivant a^1 de cristaux présentant d^2 associé à des scalénoèdres plus obtus. Louverné.

M. Œhlert et surtout M. F. Gourdon ayant bien voulu me procurer un très grand nombre d'échantillons provenant de ce gisement, il m'a paru intéressant d'en faire une étude détaillée.

Ces cristaux présentent des combinaisons peu compliquées, mais fort variées ; ils sont remarquables par les groupements d'individus de générations différentes et de formes diverses. Ils se trouvent dans des cavités tantôt petites, et alors ils sont de petite taille, et tantôt de grandes dimensions ; dans ce cas, ce sont souvent des géants. Ces cristaux sont d'ordinaire enveloppés par une argile calcaire blanche ou rouge ou par des paillettes de kaolinite.

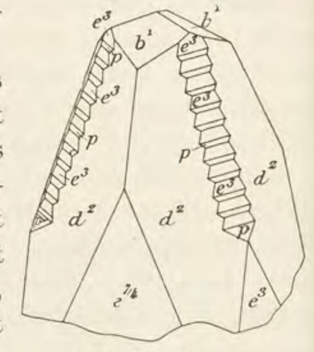


Fig. 62.
Calcite de Louverné.

J'y ai rencontré quelques macles suivant e^1 (02$\bar{2}$1) et b^1 ; la macle suivant a^1 y est extrêmement fréquente ; elle se manifeste, non seulement dans des cristaux distincts, mais encore dans des masses spathiques, presque aussi transparentes que le spath d'Islande, et dont les solides de clivage fournissent toutes les modalités possibles de la macle, simple ou polysynthétique, produite par accolement ou par pénétration. Ces macles sont souvent de grande taille.

Type scalénoédrique. Le type dominant est scalénoédrique (Type III *a*), mais il présente de nombreuses variétés. 1° Cristaux avec d^2 dominant ; ils sont d'ordinaire directement implantés sur le calcaire. De gros cristaux rosés, ternes dépassent 10 centimètres ; ils présentent des développements anormaux. Dans les cristaux ayant de 1 à 3 centimètres, d^2 est accompagné de petites facettes e^2 ou de rhomboèdres bombés voisins, avec plus rarement e^1, e^3 et enfin de petites faces p ou b^1 ou p, b^1 ou b^1, $b^5(41\bar{5}6)$, b^6 $(51\bar{6}7)$; dans une autre combinaison, d^2 est accompagné de d^5 $(51\bar{6}4)$, b^5, b^6, b^8 $(71\bar{8}9)$; toutes les faces b^x sont striées et se mesurent mal. Des cristaux plus gros, atteignant 15 centimètres, et, presque toujours maclés suivant a^1 (fig. 60 et 61), se trouvent, soit englobés dans de l'argile, soit implantés sur des cristaux plus petits $[d^2\ e^2\ e^{9/5}\ (0.14.\bar{1}\bar{4}.1),\ e^{7/4}\ (0.11.\bar{1}\bar{1}.1)]$ des types précédents, qui, eux, sont rarement maclés ; ils ont des faces brillantes, tandis que les formes $d^5\ d^{13}$ $(13.1.\bar{1}\bar{4}.12)$, etc., qui les accompagnent, dans des combinaisons variées, sont ternes. Le pointement b^1, quand il existe, est souvent courbe et cannelé. La figure 62 représente un cristal de ce genre, dont les arêtes les plus obtuses de d^2 sont remplacées par un escalier e^3 p, qui simule une face e^4.

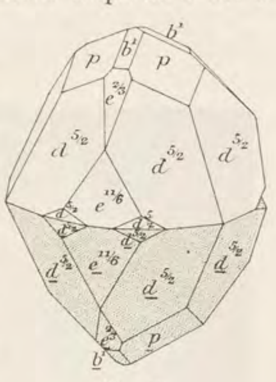


Fig. 63.
Macle suivant a^1. Louverné.

Fig. 64.
Scalénoèdre plus obtus que d^2. Louverné.

D'autres scalénoèdres (fig. 63 et 64) sont caractérisés par les formes $d^{x>2}$ $[d^{5/2}\ (52\bar{7}3)$, d^4 $(41\bar{5}3)$, d^5 $(51\bar{6}4)]$ avec e^2, $e^{11/6}$; ils sont quelquefois terminés par pb^1, avec de petites facettes $e^{2/3}(05\bar{5}4)$ ou par des b^x courbes. Ces cristaux sont parfois très irréguliers ; tel est le cas de celui représenté par la fig. 65 : $d^{5/2}$ d^4 e^2, maclé suivant a^1 et enchâssé dans l'intervalle de cristaux blancs polysynthétiques. J'ai examiné deux énormes cristaux accolés, mesu-

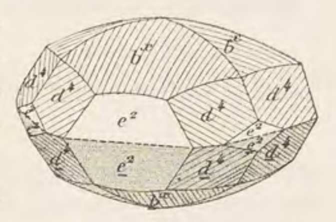


Fig. 64 *bis*.
Macle suivant a^1. Louverné.

rant 24 centimètres; ils sont très déformés, une partie de leurs faces sont creuses, ils sont maclés suivant a^1, et présentent l'un d^4 $b^{3/2}$ $(12\bar{3}5)$ p e^2 et l'autre $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3)$ $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ b^2 $b^{5/4}$ e^2.

3° Enfin, quelques scalénoèdres se rapportent à des formes $d^{x<2}$ [$d^{5/3}$, $d^{7/3}$ en particulier] (fig. 67 et 68). Dans un cristal, $d^{5/3}$ brillant, mais peu développé, est accompagné de d^4, e^2 (oscillant vers $e^{11/6}$), b^1, b^x. J'ai examiné un cristal à faces courbes, dans lequel $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$ et e^2 sont accompagnés par un scalénoèdre voisin de χ. Le sommet est complètement

Fig. 65.
Scalénoèdres à développement irrégulier (d^4 $d^{5/2}$ e^2), implantés sur cristaux squelettiformes du type de la figure 67. Louverné.

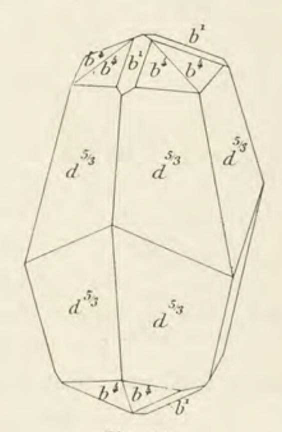


Fig. 66.
Scalénoèdre plus aigu que d^2. Louverné.

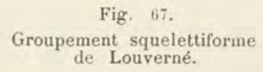
sphérique, par dissolution de faces b^x. La figure 64 *bis* représente un autre cristal à faciès globulaire.

De très jolis cristaux blancs, dépassant rarement 2 centimètres et implantés directement sur le calcaire, correspondent au type II b ; p est toujours présent, bordé par des scalénoèdres d^x et b^x, également développés : b^x oscille entre $b^{7/3}$ et b^5, avec formes intermédiaires parfois distinctes, b^1 existe souvent et constitue alors la seule forme à faces brillantes. Le scalénoèdre est souvent d^2 ou une forme voisine : quand il prend une importance un peu grande, les cristaux

passent à l'un des types précédents : ces cristaux ne sont jamais maclés.

De nombreux accidents de structure sont à signaler dans ces diverses variétés du type scalénoédrique. *a*. — Des scalénoèdres d^2 de quelques centimètres, à développement normal, sont formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits, souvent riches en faces courbes, disposés en ordre de décroissement régulier.

b. — On rencontre des groupements squelettiformes, atteignant 25 centimètres de longueur, qui sont formés par l'enfilage le long de l'axe ternaire d'un grand nombre d'individus (fig. 67) souvent incomplets et décharnés sur les flancs du groupement, distincts seulement à l'extrémité, qui est terminée par un cristal à faces planes (généralement d^2, oscillant vers d^5) avec quelquefois $e^{3/2}$; quelquefois le scalénoèdre terminal est constitué par $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$. Ces cristaux sont d'un blanc de lait et opaques. Les faces aboutissant à l'angle le plus obtus des scalénoèdres sont souvent très développées. Enfin, une combinaison fréquente est constituée par $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ et un rhomboèdre voisin de $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$: ces cristaux sont d'un jaune orangé. J'ai aussi observé les combinaisons $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$ p et $d^{5/3}$ b^1 b^5.


Fig. 67.
Groupement squelettiforme de Louverné.

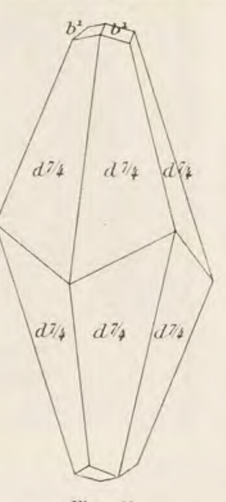


Fig. 68.
Calcite de Louverné.

Des cristaux, semblables à ceux qui viennent d'être décrits, sont très souvent encapuchonnés par d'autres, d'un rose orangé, présentant des combinaisons variées, parmi lesquelles dominent $d^{7/2}$, $d^{8/5}$, souvent accompagnés de $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (fig. 69 et 70). Plus rarement, on observe dans les mêmes conditions des cristaux jaunâtres : $d^{7/4}$ e^1

b^1 $e^{5/3}$. Il est fréquent de voir se superposer plusieurs couches de ces cristaux néogènes.

La fig. 71 représente un autre genre de groupement ; un cristal blanc squelettiforme supporte des cristaux plus petits, généralement maclés suivant a^1, et accolés latéralement sur lui. La combinaison figurée est $d^{5/3}$ d^2 $e^{11/6}$, terminée par de petites facettes b^1 ; souvent les cristaux néogènes sont de couleur différente de celle de leur support.

Je signalerai aussi la fréquence d'une nouvelle formation de calcite recouvrant les cristaux plus anciens, mais



Fig. 69.
Scalénoèdre blanc (d^2), encapuchonné de scalénoèdres orangés de la forme représentée par la figure 70. Louverné.

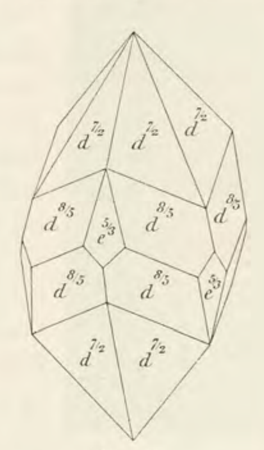


Fig. 70.
Calcite. Forme des cristaux les plus récents de la fig 69. Louverné.

respectant complètement leur forme : la seule différence existant entre la calcite récente et l'ancienne est que la première possède des faces très brillantes, alors que les cristaux normaux sont ternes ; quelques échantillons ont une magnifique couleur jaune orangé. Quand le cristal ancien est de grande taille, ses faces ne sont pas toujours entièrement cachées sous cet enduit brillant (fig. 72). Je n'ai vu qu'exceptionnellement des cristaux d^2 rougeâtres, recouverts par une épaisse couche superficielle, terminée par des faces brillantes de couleur jaune clair.

La macle suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ mérite une mention spéciale. Le plus grand échantillon que j'ai observé mesure 17 cm. $\times$ 9 cm. Les fig. 73 et 74 reproduisent en grandeur naturelle la photographie de deux beaux échantillons, remarquablement réguliers, l'un avec, l'autre sans angle rentrant. Les figures 75 à 77 donnent l'interprétation théorique de ces échantillons (voir page 421). La forme unique des cristaux élé-



Fig. 71.
Cristaux ($d^{5/3}$ d^2 $e^{11/6}$) accolés et orientés sur un groupement squelettiforme de cristaux d^2. Louverné.



Fig. 72.
Scalénoèdre d^2, à faces ternes, incomplètement nourri par apport nouveau de substance. Louverné.

mentaires est d^2, un peu allongé suivant une arête $p\ d^2$; le groupement est prismatique suivant une arête $d^2\ e^1$, comme dans les macles de Guanajuato et il prend une forme en lancette grâce au grand développement de quatre faces d^2. Ces macles sont généralement recouvertes d'un enduit brillant de nouvelle formation souvent coloré en rouge ou en orangé. Exceptionnellement, la calcite de nouvelle formation encapuchonne seulement une partie de la macle et, dans ce cas, elle est de forme plus compliquée que celle-ci (d^2 d^5 et faces courbes sur l'arête de 104° du scalénoèdre d^2).

La fig. 78 représente, également en grandeur naturelle, une autre

macle, qui est polysynthétique. La forme dominante est d^2, oscillant vers d^5, aussi le groupement n'a-t-il pas le faciès prismatique ;



Fig. 73.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres d^2, allongés suivant une arête d^2 e^1. Louverné (*Grandeur naturelle*).



Fig. 74.
Même macle que dans la figure 73, mais le grand développement de quatre faces d^2 a fait disparaître les angles rentrants. Louverné (*Grandeur naturelle*).

de plus, les individus, dont le groupement à axes parallèles constitue l'extrémité qui était implantée sur la gangue, sont disposés en retrait

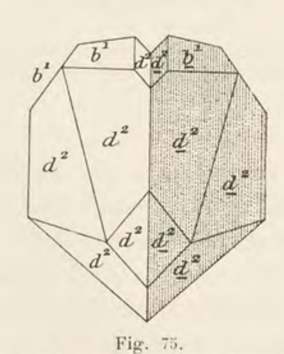


Fig. 75.
Macle suivant e^1, à développement normal.

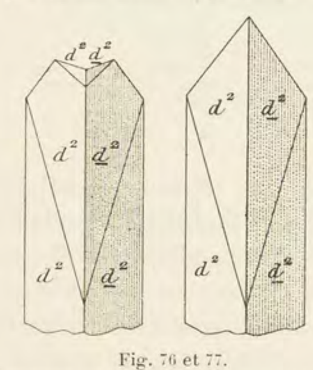


Fig. 76 et 77.
Macle suivant e^1, à développement prismatique (figure théorique des photographies 73 et 74, type I).

les uns sur les autres. Voir page 551 pour un cas analogue trouvé à Vialas. La figure 79 représente une macle, dont les constituants sont terminés par b^1.

Enfin, il me reste à signaler un autre type de macle dans lequel les faces d^2 dominantes sont celles qui sont en zone avec le plan de



Fig. 78.
Macle suivant e^1 d'individus polysynthétiques d^2 d^5. Louverné.
(*Grandeur naturelle.*)



Fig. 79.
Macle suivant e^1, avec d^2 b^1.
Louverné.
(*Grandeur naturelle.*)

macle (fig. 80). L'angle de 104°38′ (d^2 d^2 sur e^1) latéral devient alors l'angle le plus obtus du groupement, tandis que les deux faces d^2 en contact de part et d'autre de la ligne de macle font entre elles un angle aigu. La figure 81 représente un échantillon, constitué par l'emboîtement des deux modalités de cette macle. Une macle, appartenant au type de la fig. 80, renferme dans son centre un cristal maclé plus petit, rougeâtre, qui a la forme en lancette de la fig. 75; il est, par suite, aplati dans une direction perpendiculaire à celle de l'angle obtus de son hôte. La section transversale de la figure 81 en rend facile la compréhension.

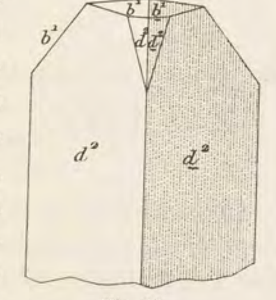


Fig. 80.
Macle suivant e^1, à développement prismatique (type II).
Louverné.

Une particularité fréquente de ce second type de macle, c'est que tandis que l'un des individus ne présente que des faces d^2, l'autre est recouvert par un cristal à formes arrondies, qui n'ont pu être précisées exactement, mais qui sont cons-

tituées par des scalénoèdres de la zone d^2 e^1, très rapprochés de cette dernière face ; l'assemblage a donc un aspect dissymétrique.

Les macles suivant b^1 $(0\bar{1}12)$ paraissent assez rares à Louvené, je n'en ai observé que deux exemples, réunis sur le même échantillon (type de la figure 4).

Il me reste à m'occuper des cas dans lesquels les scalénoèdres sont constitués non par des d^x, mais par des b^x.

Fig. 81.
Emboîtement à axes parallèles des deux types de la macle suivant e^1, représentés par les figures 80 et 77.

La figure 82 représente un cristal de ce genre, maclé suivant a^1 et montrant des faces e^2 et e^3 incomplètes. Les échantillons que j'ai vus ne dépassent guère 3 cm.

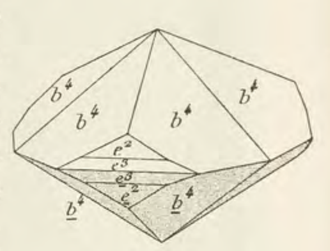


Fig. 82.
Calcite de Louverné. Macle suivant a^1.

Types prismatiques ou pseudoprismatiques. Les cristaux prismatiques suivant e^2, ou pseudoprismatiques, quand e^2 est remplacé par $e^{11/6}$ (oscillant vers $e^{3/2}$) sont moins nombreux que les précédents.

Ils sont généralement terminés par b^2 et présentent parfois de petites facettes d^2.

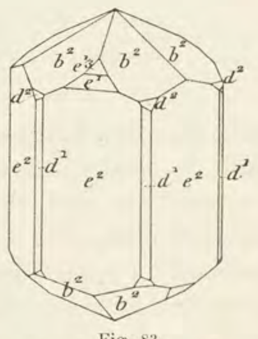


Fig. 83.
Calcite de Louverné.

Une variété de ce type constitue des cristaux transparents jaunâtres, souvent groupés en très grand nombre à axes parallèles : e^2 est terminé par l'isoscéloèdre b^2 $(11\bar{2}3)$ à faces striées, mais mesurables ; les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et présentent fréquemment de petites facettes e^1, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, d^2 et plus rarement d^1 (fig. 83). Ils sont souvent recouverts par des cristaux plus gros, ayant les mêmes formes, mais invariablement maclés par accolement suivant a^1 et raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 84). Dans ces macles, e^2 est quelquefois accompagné ou remplacé par $e^{11/6}$.

Types rhomboédriques. Le plus grand nombre des cristaux dans lesquels dominent les rhomboèdres sont lenticulaires, opaques, blancs, presque toujours constitués par b^1, oscillant avec $b^{3/2}$, b^2, b^5, $b^{7/2}$: p est souvent présent. De petites faces d^2 et d^1 sont distribuées irrégulièrement sur le bord des lentilles ; celles-ci présentent fréquemment des macles a^1 par pénétration, l'un des

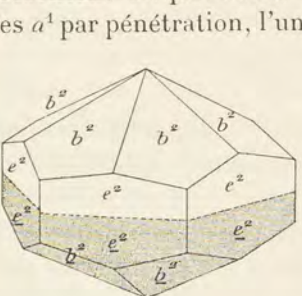


Fig. 84.
Calcite de Louverné. Macle suivant a^1



Fig. 85.
Cristal lenticulaire (b^1 dominant) coiffant un scalénoèdre d^2. Louverné. (*Gross. d'environ 3 diamètres.*)

deux individus englobant généralement l'autre, de plus petite taille.

Ces cristaux se trouvent rarement seuls, ils sont le plus souvent juchés sur le sommet de scalénoèdres et plus rarement accolés sur leur flanc, avec orientation régulière (fig. 85). J'ai observé quelques gros échantillons de cette forme, qui, comme les précédents, sont d'un beau jaune d'or ; il en émerge le sommet d'un scalénoèdre plus ancien, qui a orienté sur lui les cristaux néogènes. Ceux-ci présentent assez fréquemment une complication de forme plus grande : e^2, $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$, p, d^2, etc. ; ils passent aux types prismatiques.

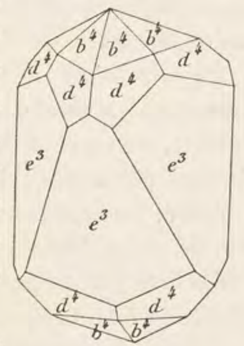


Fig. 86.
Calcite de Louverné.

Il n'est pas rare de voir tous les scalénoèdres d'un échantillon coiffés par de semblables lentilles ; tel est le cas du bloc qui a fourni les macles suivant b^1 signalées plus haut ; les deux individus de celles-ci supportent chacun leur petit rhomboèdre terminal.

La figure 86, dans laquelle le rhomboèdre e^3 domine, représente un cas exceptionnel. Les cristaux de ce type présentent souvent en outre de petites facettes $e^{11/6}$, e^2 et ils passent progressivement au type prismatique, qui est souvent réalisé par l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre de ces rhomboèdres aigus.

Enfin, des rhomboèdres e^1, rouges, de 4 à 5 millimètres, oscillant vers $e^{12/17}$ $(0.29.\overline{29}.22)$, constituent une grande rareté dans ce gisement.

Pour terminer ce qui concerne Louverné, il me reste à signaler que l'on y trouve des géodes de dolomite crêtée jaunâtre sur laquelle sont souvent implantés des cristaux de calcite. Exceptionnellement, l'ordre de cristallisation est inverse.

Corbières. — *Aude*. De jolis cristaux e^1 $(02\overline{2}1)$, à formes courbes, ont été trouvés dans les fentes des grès permiens, exploités autrefois au Canet-du-Luc.

Gard. Le terrain houiller des environs d'Alais a fourni d'assez jolis cristaux de calcite, associés à la pyrite. Dans les échantillons que j'ai examinés, je n'ai observé que d^2.

Plateau Central. — *Corrèze*. Les fentes des grès houillers de Chabrignac renferment de beaux cristaux de calcite. Les uns, associés à de la barytine, présentent la forme d^2 dominante, avec ou sans faces arrondies de la zone d^2 e^1. Les autres, implantés sur des rhomboèdres de dolomite, sont terminés par des faces b^1 brillantes et possèdent en outre une série de formes courbes.

Puy-de-Dôme. D'assez jolis cristaux de calcite jaune, avec des pointements b^1 nets et des faces e^2 très courbes, ou des rhomboèdres aigus voisins, recouvrent des cristaux de dolomite rosée et de pyrite dans les fissures des assises houillères de Messeix.

Loire. La calcite est peu abondante dans les fentes du houiller du bassin de Saint-Étienne ; je ne connais aucun gisement remarquable à signaler ; la forme dominante paraît être le rhomboèdre b^1 (Roche Molière et Montrambert en particulier).

Nièvre. Les veines de calcite du houiller de la Machine renferment des cristaux très éclatants, malheureusement fort enchevêtrés ; b^1 est associé à des scalénoèdres très striés, parmi lesquels, $b^{7/3}$ $(4.3.\overline{7}.10)$, $b^{5/2}$ $(32\overline{5}7)$, $b^{8/5}$ $(3.5.\overline{8}.13)$, b^9 $(8.1.\overline{9}.10)$ ont pu être identifiés ; il existe aussi de petites facettes e^3, e^2, e^1, d^2.

Saône-et-Loire. Les fentes du terrain houiller du bassin d'Épinac (notamment aux Thélots) sont fréquemment tapissées d'énormes cristaux blancs, transparents ou translucides, parfois enfumés, de calcite. Ils présentent uniformément les formes e^2 b^1, avec prédominance de cette dernière. Ils sont souvent implantés par une de leurs faces prismatiques et sont peu épais, malgré leurs grandes dimensions, de telle sorte qu'il est impossible de les isoler. Ces cristaux atteignent souvent 4 centimètres suivant un axe binaire.

A Igornay, les cristaux de calcite sont variés de forme ; ce sont tantôt de gros scalénoèdres d^2, à formes inégalement développées et tantôt des cristaux polysynthétiques, constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, terminés par b^1, avec en outre les formes e^2, e^1 et parfois de petites facettes d^2. Ces cristaux sont accompagnés de cristaux de pyrite.

La calcite des mines de la Chapelle-sous-Dun et de Beauchamp a les mêmes formes que celle d'Épinac.

Vosges. — *Haute-Saône.* C'est le rhomboèdre b^1, qui est la forme dominante des cristaux de calcite de Ronchamp.

[*Alsace*]. Grands et beaux cristaux b^1 e^2 dans les fentes du grès permien de Bourbach-le-Bas, près Massevaux. Cristaux d^2 dans les fentes de la grauwacke de Thann.

Alpes. — *Savoie.* Les fentes des schistes houillers des environs de Servoz renferment des lames transparentes ou hexagonales (a^1 bordée par p) de calcite.

γ). Dans les assises secondaires.

Trias.

Plateau central. — *Ardèche.* La figure 87 représente un échantillon de calcite provenant du trias des Salelles, près les Vans ; il est constitué par une série de cônes emboîtés, individuellement constitués par un cristal de calcite à clivage spathique, courbe, séparé des voisins par une petite couche d'argile, qui colore l'échantillon en gris noirâtre. C'est un type (*Nagelkalk*) comparable aux concrétions calciques des calcaires magnésiens de Durham, présentant cette structure que les

minéralogistes anglais appellent *cone-in-cone*. Ces échantillons représentent sous une forme macroscopique, la structure en forme de pinceau conique, que l'on voit si souvent dans les préparations microscopiques de tant de minéraux fibreux ou sphérolitiques. Des échantillons analogues ont été trouvés à Gaulard en Sainte-Colombe (*Tarn-et-Garonne*); j'ignore à quel niveau géologique.



Fig. 87.
Structure *cone-in-cone* de la calcite de Van (*Photographie grandeur naturelle*).

Des cristaux de calcite du type I, à faces arrondies se rencontrent à Marvigne.

Vosges. — Dana cite (*Mineralogy*, 1892, 266), dans le grès rouge des Vosges, sans indication géographique précise, des cristaux analogues à ceux de Fontainebleau, mais dans lesquels la calcite, ayant originellement enveloppé des grains de quartz, a postérieurement disparu, laissant ainsi son moulage en grès. Je n'ai pas vu de semblables cristaux.

[*Alsace*]. — Le trias alsacien est assez riche en cristaux de calcite, dont un grand nombre ont été décrits par M. Stöber (*Abh. geol. specialkarte Elsass-Lothr.* V. Heft 1, p. 27, 1892), qui a signalé et figuré les formes suivantes.

Dans le calcaire à trochites de Dongolsheim près Sulzbad, les cristaux de calcite appartiennent à trois types. On y trouve en effet des scalénoèdres d^2, à structure zonée de brun jaunâtre (intérieur) ou de blanc, des rhomboèdres b^1, puis enfin des cristaux plus complexes de petite taille (2 mm.), dont la fig. 89 représente l'aspect, avec $e^{49/26}$ (0.25.$\bar{25}$.1), $e^{4/5}$ (03$\bar{3}$2), $e^{2/3}$ (05$\bar{5}$4), $e^{1/3}$ (04$\bar{4}$5).



Fig. 89. Calcite de Dangolsheim.

Fig. 88. Rhomboèdre coiffant un scalénoèdre. Weiler.

Le muschelkalk supérieur de Zabern contient des géodes de cristaux, dans lesquels domine d^2, avec ou sans e^2, e^3, e^4.

A Weiler, près Weissenburg, les cristaux sont constitués, soit par des rhomboèdres p, soit par des scalénoèdres d^2, parfois groupés

entre eux, comme dans la figure 88. La fig. 91 représente une forme beaucoup plus rare, dans laquelle p est associé à e^2, d^2 et au scalénoèdre D ($42\bar{6}1$) ou à une forme voisine.

Des combinaisons variées : d^1 e^1 e^2 e^3 et enfin (fig. 21) d^2 b^1 $e^{9/5}$ ($0.14.\bar{1}\bar{4}.1$) ont été trouvées à Niederbronn.

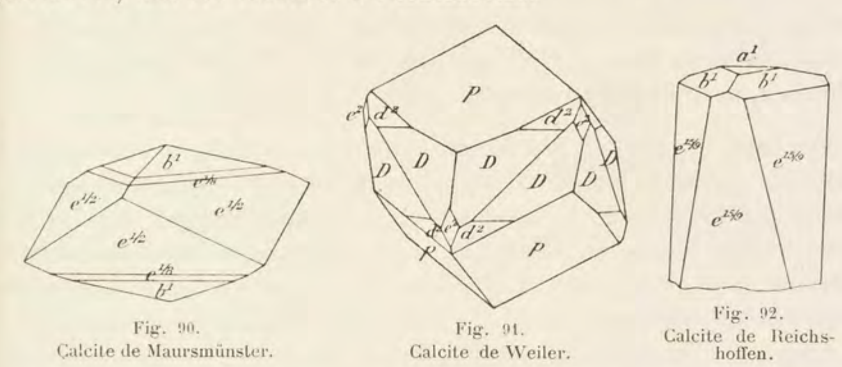


Fig. 90. Calcite de Maursmünster.

Fig. 91. Calcite de Weiler.

Fig. 92. Calcite de Reichshoffen.

La fig. 90 représente un cristal provenant de la dolomie (*Lettenkohlendolomit*) de Maursmünster, et dans lequel domine $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$), associé à $e^{1/8}$ ($03\bar{3}5$) et à b^1.

Les cristaux des marnes keupériennes de Reichshoffen sont caractérisés, soit par la prédominance de $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$) [$e^{5/3} = e^{15/9}$ de la figure 92], avec b^1 et a^1, soit par celle de d^2, accompagné de $e^{9/5}$, b^1 et e^1, comme dans les cristaux de Niederbronn.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. de la Durandière m'a communiqué de beaux cristaux d^2 de calcite, des environs de l'Argentière et provenant sans doute du trias.

Algérie. — *Oran*. Au Djebel Keradja (Dj. Melah), gros cristaux pa^1, limpides, de calcite renfermant des aiguilles d'actinote : dans le même gisement, se trouvent des cristaux de dolomite de même forme.

Jurassique.
Infralias et lias [1].

Normandie. — *Calvados*. La collection du Muséum possède plusieurs échantillons de calcite, provenant des calcaires liasiques bleuâtres de Villy-Bocage, à 4 km. de Villers-Bocage. L'un présente les formes b^1 e^2, avec allongement suivant l'axe vertical, l'autre la combinaison p

1. Voir aussi page 564 pour certains gisements ferrifères liasiques.

e^4 ($50\bar{5}2$). Ces cristaux ont leurs faces ternes ; ils sont implantés en nombre considérable sur leur gangue, leur axe vertical étant normal à celle-ci.

Manche. Les calcaires de l'infralias des environs de Valognes, ceux du sinémurien de Blosville renferment de gros scalénoèdres d^2 de calcite. C'est probablement de cette même région que proviennent de grands cristaux (4 cm), $e^3 d^2$, que possède la collection géologique du Muséum, avec la seule indication « lias de la Manche ».

Poitou. — *Vendée*. De beaux cristaux de calcite se rencontrent dans les calcaires gris du lias moyen .de Saint-Vincent-Sterlange ; la forme dominante est d^2, avec parfois de petites facettes d'un rhomboèdre aigu voisin du prisme e^2. Ces scalénoèdres renferment des cristaux, p a^1, de pyrite. A Ravarre près Corps, la forme dominante est encore d^2, mais avec p, b^1 et e^1 rudimentaires.

Charente. De gros cristaux de calcite, souvent colorés en jaune, se trouvent dans les fentes des calcaires liasiques de Fontapie ; je n'y ai observé que la combinaison e^2 b^1, avec allongement net suivant l'axe vertical.

Cévennes. — *Hérault*. Les calcaires hydrauliques de Bédarieux renferment assez fréquemment des cristaux de calcite. M. Delage m'en a communiqué une série, dont les plus grands atteignent 14 centimètres suivant l'axe vertical. Ils ont rarement des faces planes, ils sont superficiellement corrodés et leurs angles ne se mesurent pas avec précision. Il existe trois types : 1° scalénoèdre d^2 seul ; ce sont les cristaux les moins fréquents ; 2° d^2 dominant, avec e^1 b^1 $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$) ; les cristaux de ce type sont ceux dont la taille est la plus grande ; enfin 3° les cristaux, les plus abondants, sont allongés suivant l'axe vertical et présentent la combinaison de b^1 avec e^2 ou plus souvent des rhomboèdres aigus à faces arrondies et en particulier $e^{9/5}$ ($0.14.\bar{14}.1$) ; il existe en outre parfois de petites faces d^2.

MM. Frossard et A. de Gramont m'ont donné de belles géodes, creusées dans un calcaire blanc jaunâtre marneux et tapissées de jolis cristaux de calcite provenant des environs du Bousquet d'Orb, (probablement de la montagne du Pioch). J'ai observé notamment de gros cristaux, b^1 e^2, un peu allongés suivant l'axe vertical ; d'autres échantillons présentent de petits cristaux $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$) b^1 e^2,

recouverts par d'autres plus gros, offrant la combinaison d^2 b^1 e^2, avec développement presque égal des deux premières formes et quelquefois de petites facettes e^1.

Enfin, dans les mêmes blocs, mais sur les parois de géodes différentes, se rencontrent des cristaux, dans lesquels d^2 domine; ils sont quelquefois terminés par b^1 et présentent assez fréquemment des faces arrondies de la zone e^1 d^2.

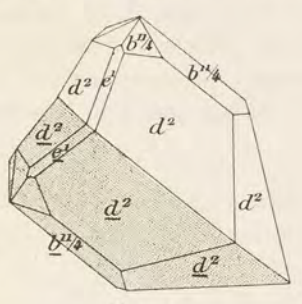


Fig. 93.
Macle suivant b^1.

Il existe aussi des macles suivant b^1, dans lesquelles d^2 est accompagné de e^1 ; elles sont identiques à celle de Guanajuato représentée par la fig. 93 (empruntée à M. Pirsson), mais avec cette réserve cependant, que la forme $b^{11/4}$, qui figure sur celle-ci, est remplacée par b^1. On observe en outre une petite gouttière, formée par des facettes e^2, symétriquement inclinées sur le bord de la ligne de macle.

Gard. De beaux cristaux de formes variées (d^2 ; p ; b^1 e^2 ou rhomboèdres voisins) se trouvent dans les fentes de l'infralias de Bramabiau en Camprieu. A Durfort, la combinaison dominante est d^2 e^3 (également développés) : à Tamaris près Alais, d^2 (dominant) avec e^2, p et fréquentes macles suivant a^1.

M. Carrière m'a communiqué un gros cristal (6 cm. 5) provenant du lias des environs d'Alais. La forme dominante est d^2, avec e^2 et p (oscillant avec des b^x). Il existe des facettes linéaires e^4 ; les arêtes les moins obtuses de d^2 sont remplacées par une gouttière à bords arrondis rappelant celles du cristal de Belfort de la fig. 139, mais elle est remplie par une arête d^2 arrondie semblant indiquer une superposition de plusieurs cristaux de même orientation. Au milieu du cristal, en est enchâssé un autre de même forme (avec e^3 en plus), il est maclé suivant a^1 avec la portion inférieure attachée à la gangue.

Plateau Central. — *Lozère.* Les calcaires hettangiens des environs de Mende renferment de gros cristaux de calcite, d^2, maclés suivant a^1. Ils atteignent 4 centimètres suivant l'axe vertical.

Aveyron. Gros cristaux, b^1 e^2 e^1, près de la Roque-Sainte-Marguerite.

Loire. A Pouilly-sur-Charlieu, les fentes des calcaires et les loges de leurs ammonites sont fréquemment tapissées de cristaux de calcite ; j'ai

observé de petits prismes e^2, très allongés suivant l'axe vertical, terminés par p, b^1, e^1, d^2. La figure 94 représente l'un des aspects de ces cristaux : d^2 est parfois à peine indiqué. La fig. 95 reproduit une belle macle en cœur suivant p $(10\bar{1}1)$, provenant de la même localité ; les deux individus présentent le prisme e^2 surmonté de d^2, avec des traces de e^1. De beaux cristaux (e^2 b^1) ont été trouvés à Vougy-Montrenard et à la Rajasse.

Rhône. Les calcaires liasiques de Chessy fournissent de jolis cristaux

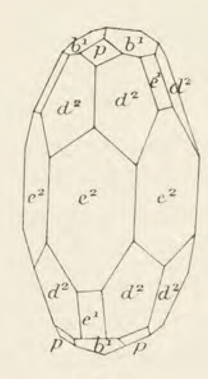


Fig. 94.
Calcite de Pouilly-sur-Charlieu.

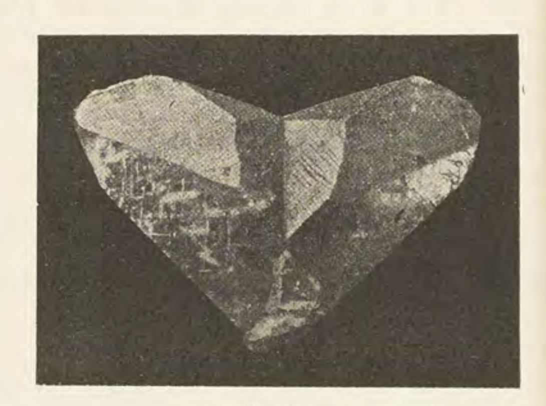


Fig. 95.
Macle suivant p de deux scalénoèdres d^2. Pouilly-sur-Charlieu. (*Photographie grossie deux fois environ.*)

incolores de calcite de petite taille, mais très limpides ; leurs formes sont simples (e^2 b^1 e^1), avec allongement suivant l'axe vertical. J'ai vu aussi des gros rhomboèdres jaunes à faces courbes $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.

Saône-et-Loire. Les carrières de calcaire liasique de Génelard sont riches en beaux cristaux, qui sont généralement localisés dans des géodes limitées par les cloisons d'énormes ammonites. La forme dominante est b^1, mais avec des particularités de structure à signaler. Chaque face du rhomboèdre est constituée par l'emboîtement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux de même forme, de telle sorte qu'elle paraît formée par l'interpénétration de plusieurs lames triangulaires en retrait les unes sur les autres. Beaucoup de cristaux ainsi constitués sont empilés suivant l'axe vertical.

De gros cristaux (e^2 b^1) se rencontrent dans le lias des environs de Toulon-sur-Arroux ; des cristaux plus petits de la même forme abondent dans les loges des grosses ammonites de Marcigny.

Le rhomboèdre b^1 domine dans les cristaux de calcite associés à la pyrite, dans les calcaires hettangiens de Mazenay.

A Culles, dans le lias, nombreux rhomboèdres aigus, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, atteignant 1 centimètre ; leurs faces sont très ondulées.

Nièvre. De très gros cristaux de calcite, souvent teintés en jaune, se trouvent dans les calcaires liasiques de Corbigny.

Berri. — *Cher*. Gros cristaux d^2e^2 (macle a^1) dans le lias de Sancoins.

Ardennes. — *Ardennes*. Dans les calcaires d'Iges, masses bacillaires rayonnées, terminées dans des géodes par des scalénoèdres (d^2) polysynthétiques jaunâtres.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les loges des ammonites des couches ferrugineuses de Maxeville, près Nancy, renferment souvent de petits cristaux de calcite, parmi lesquels j'ai rencontré les combinaisons suivantes : b^1 e^2 d^3, avec de petites facettes d^2 ; d^2 avec b^1 et e^3. A Messein, jolis groupements cristallitiques et corrodés de rhomboèdres e^1.

[*Lorraine*]. La limonite oolithique de Hayingen renferme, avec de petits rhomboèdres de dolomite ferrifère, de beaux cristaux de calcite ; les uns présentent la combinaison b^1 e^2, les autres, plus riches en faces, possèdent comme formes dominantes b^1, avec en outre p et les scalénoèdres d^3 $(31\bar{4}2)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ et d^7 $(71\bar{8}6)$. Ces

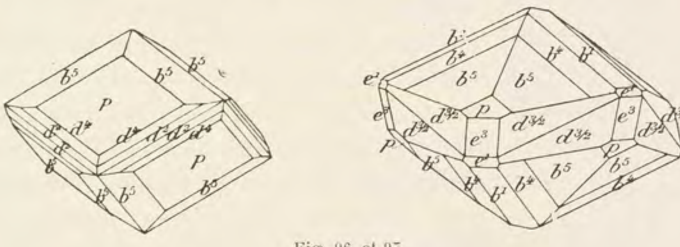


Fig. 96 et 97.
Calcite de Hettingen.

cristaux ont été décrits par M. Stöber (*Abh. geol. Specialkarte Elsass Lothr.* V. H. 1, p. 41), ainsi que d'autres, présentant de nombreuses formes et qui proviennent de fentes et de druses des grès du lias inférieur (*grès du Luxembourg*) de Gross-Hettingen, sur la frontière du

Luxembourg. Ils se rencontrent aussi dans l'intérieur de fossiles (*pleurotomaria*, *natica*, *nautilus*).

Les figures 96 à 100 représentent quelques-uns des cristaux de ce

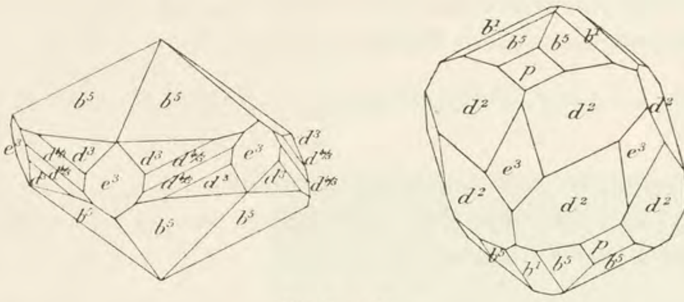


Fig. 98 et 99.
Calcite de Hettingen.

gisement, qui sont particulièrement remarquables par l'abondance des formes de la zone p d^2; elles se rencontrent soit en petit nombre, soit en grande quantité réunies dans un même cristal : b^4 $(31\bar{4}5)$, $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$, b^5 $(41\bar{5}6)$, d^7 $(71\bar{8}6)$, d^4 $(41\bar{5}3)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$, d^3 $(31\bar{4}2)$, d^2 $(21\bar{3}1)$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$. Il faut y ajouter les scalénoèdres v $(62\bar{8}1)$, π $(4.8.\bar{1}\bar{2}.5)$ et T $(2.9.\bar{1}\bar{1}.5)$, qui n'ont été rencontrés qu'une seule fois, et enfin les rhomboèdres e^3 $(40\bar{4}1)$, e^4 $(50\bar{5}2)$, p, e^1, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, b^1.

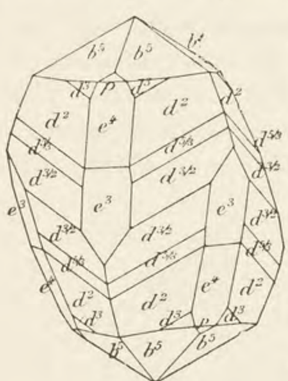


Fig. 100.
Calcite de Hettingen.

La prédominance de p, de b^5 ou de d^2 donne aux cristaux les divers aspects, que mettent bien en relief les figures ; ces cristaux n'ont généralement pas plus de 4 mm. de plus grande dimension ; les faces de la zone p d^2 sont souvent arrondies. Ces cristaux présentent une grande analogie de formes avec ceux, beaucoup plus gros, des calcaires paléozoïques de la Loire-Inférieure et d'Angers.

M. Ungemach a bien voulu me fournir les renseignements suivants sur une série de cristaux provenant de mines, dont je n'ai pas personnellement examiné d'échantillons.

A Nilvange, des cristaux jaunes clairs, implantés directement sur

la limonite oolithique, sont constitués par $e^{6/5}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.4) [oscillant vers $e^{4/3}$ (07$\bar{7}$2) et e^1], avec e^3 et p. D'autres cristaux sont groupés en stalactites, les plus petits sont constitués par $e^{19/14}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.3), avec ou sans p ; dans des cristaux plus grands, le premier de ces rhomboèdres est courbe et oscille vers $e^{6/5}$, il est accompagné de p, $e^{20/7}$ (90$\bar{9}$2), de $e_{1/3}$ (24$\bar{6}$1) et e^3 (fig. 101).

Fig. 101.
Calcite de Nilvange.

A Hayange, on n'a trouvé que de petits cristaux e^1, avec e^3 et p. Par contre, Algrange a fourni de très beaux cristaux de forme plus compliquée : à la mine Röchling, très beaux cristaux éclatants, groupés à axes parallèles, dans veinules spathiques traversant le minerai : e^3 d^4 (41$\bar{5}$3) d^7 (71$\bar{8}$6) $e^{7/3}$ (10.0.$\bar{1}$0.1) $b^{3/2}$ (12$\bar{3}$5) p et e^2 (fig. 102). Des cristaux, implantés sur sidérite, présentent b^1 et e^3, également développés, avec souvent $b^{4/3}$ (12$\bar{3}$5), d^3 (31$\bar{4}$2) et $d^{5/2}$ (52$\bar{7}$3) ; autre combinaison : b^1 e^2 polysynthétique, sur pyrite, elle-même implantée sur calcite ; b^1 e^3, cristaux très limpides renfermant des inclusions de sidérite. Enfin, la mine du Bochumer Verein a fourni des cristaux roses (b^1 p e^2) implantés sur barytine.

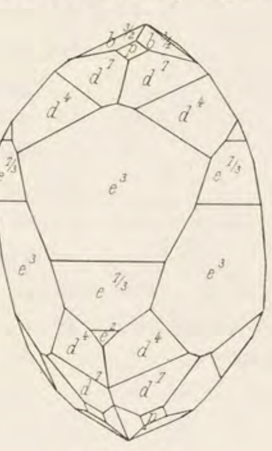


Fig. 102.
Calcite d'Algrange.

La collection de l'École des Mines possède de grands scalénoèdres d^2, provenant du calcaire liasique d'Ars-sur-Moselle.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Le lias inférieur de Meillerie renferme d'assez gros cristaux limpides de calcite, sous forme de scalénoèdres d^2, associés à e^1 ou dont les arêtes d'intersection avec e^1 sont arrondies par suite de l'existence de scalénoèdres indéterminables ; ils sont souvent terminés par b^1 avec ou sans p (fig. 103) et présentent un rhomboèdre aigu, voisin du prisme e^2, arrondi.

Des cristaux plus petits réalisent la combinaison b^1 e^2, cette dernière

forme étant d'ordinaire peu développée ; ils offrent parfois de remarquables irisations, dues à un léger enduit ferrugineux. Enfin, j'ai observé des cristaux présentant la combinaison $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ et des faces ternes p, b^1, avec une série de scalénoèdres b^x indéterminables. Ce gisement a fourni de beaux échantillons de collection.

Fig. 103.
Calcite. Forme commune.

Haute-Savoie. La collection du Muséum possède de beaux rhomboèdres p, d'un gris fumée (3 centimètres), implantés sur un calcaire gris, assez cristallin, des environs de Bionnasset, près Saint-Gervais.

Savoie. Des cristaux de calcite se trouvent dans les calcaires liasiques des environs de Moutiers-en-Tarentaise ; ceux de la Chapelle-Blanche constituent de gros rhomboèdres primitifs p : c'est également la forme (avec parfois de petites facettes b^1) que j'ai observée dans des cristaux venant du mont Joly.

Isère. Des cristaux d'un blanc laiteux, atteignant souvent 4 à 5 centimètres de plus grande dimension, abondent dans les fentes des calcaires schisteux du lias de l'extrémité méridionale des Grandes

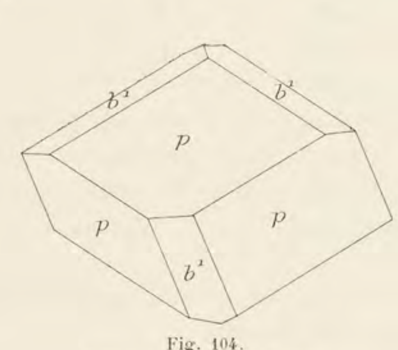


Fig. 104.
Forme commune à Maronne.

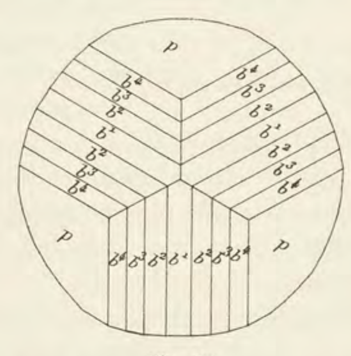


Fig. 105.
Projection sur la base d'une lentille, à surface cannelée, de la calcite de Maronne.

Rousses. Ceux de Maronne, notamment, sont constitués par p et b^1 [fig. 104 (Haüy, *op. cit.*, fig. 11)], souvent associés à des scalénoèdres de la zone p b^1 extrêmement cannelés et ne donnant pas de mesures précises, à cause de leurs faces ternes et des trop grandes dimensions de celles-ci ; les faces b^4 $(31\bar{4}5)$, b^3 $(21\bar{3}4)$ et l'isoscéloèdre b^2 $(11\bar{2}3)$

sont probables. La forme de ces cristaux (fig. 105), généralement d'un blanc laiteux, n'est pas la même que celle des cristaux qui accompagnent le quartz des filons quartzeux voisins, dont il est question plus loin ; cependant, Lévy a donné la figure 106 comme représentant des cristaux trouvés dans les fentes du calcaire de cette même localité.

Les assises liasiques de Saint-Quentin Fallavier, exploitées autrefois pour leur minerai de fer, renferment de petits cristaux limpides $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1) b^1.

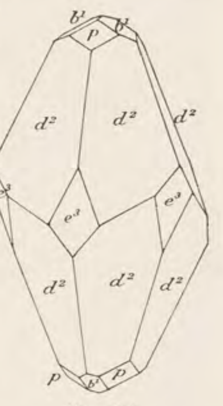


Fig. 106.
Calcite de Maronne.

Hautes-Alpes. Les fentes des calcaires ardoisiers liasiques des environs de la Grave renferment parfois de très beaux cristaux de calcite ; des géodes tapissées de rhomboèdres blancs, translucides, atteignant 4 cent. de plus grande dimension, ont été notamment trouvés dans le tunnel des Ardoisières, au-dessus de Ventelon (en sortant dans la direction du Lautaret). La forme dominante est p, avec parfois b^1 et des scalénoèdres arrondis b^x (type I a^{bis}).

J'ai observé aussi de jolis cristaux limpides b^1, associés à des cristaux de quartz incolores et limpides ou parfois troubles à cause d'inclusions argileuses.

Les calcaires ardoisiers de Bréziers présentent, au voisinage de veines spathiques contenant de la bournonite, de gros cristaux assez informes de calcite, sur lesquels s'en sont développés de plus petits à structure souvent cristallitique et groupés à axes parallèles. Ils appartiennent au type I a^{bis} avec d^2 et nombreuses faces b^x arrondies.

Basses-Alpes. Des scalénoèdres d^2 (atteignant 4 centimètres) ont été recueillis à la montagne de Thause près Digne.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* La combinaison b^1 e^2 se rencontre dans le lias moyen des environs d'Aix.

Médiojurassique (bajocien et bathonien).

Normandie. — *Calvados.* Les fentes des marnes du bathonien inférieur de Sainte-Honorine-des-Pertes renferment de beaux cristaux de calcite, constitués par des scalénoèdres d^2 (avec parfois traces de e^1),

implantés normalement à leur gangue et serrés les uns contre les autres. Ils atteignent près de 1 centimètre suivant l'axe vertical.

C'est du même niveau que proviennent les cristaux de Caen, décrits par Haüy [fig. 106 *bis* (Haüy, fig. 124)], présentant la combinaison e^2 $e^{3/2}$ (05$\bar{5}$1) d^2 b^1.

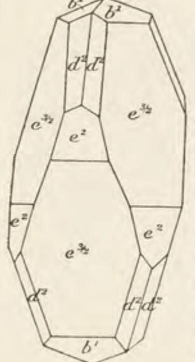


Fig. 106 *bis*.
Calcite des environs de Caen.

Poitou. — *Vienne*. Des cristaux de calcite ont été jadis cités par Desvaux (*Trav. Soc. Emul. Poitiers*, II, 73, 1804) dans les calcaires bajociens et bathoniens des environs de Poitiers : Gizay, la Villedieu, Château-Larcher, Passe-lourdin : e^3 ; e^1 ; $e^{3/2}$; d^2 ; e^2 ; b^1 ; enfin un rhomboèdre cuboïde ($e^{4/5}$?), trouvé aussi à Chauvigny et à Saint-Martin-de-la-Rivière. De Cressac a vu (*J. M.* XII, 14) à Port-Séguin la combinaison e^2 e^1 b^1. M. Welsch m'a signalé : e^2 b^1 d^2 (et scalénoèdres arrondis de la zone e^1 d^2) à Jouarenne près Iteuil ; b^1 e^2 à Croutelle.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne*. Les calcaires bajociens, exploités aux portes de Saint-Antonin, contiennent de très belles géodes de cristaux de calcite, nets et parfois de grande taille. Ce sont des scalénoèdres d^2 enchevêtrés, atteignant individuellement 10 centimètres ; ils sont gris de fumée ; d^2 est souvent accompagné d'un rhomboèdre aigu arrondi, voisin de e^2.

Les carrières exploitées à Bruniquel sont non moins riches en grandes géodes, dans lesquelles se trouvent des cristaux de calcite limpides et de grande taille. Il existe deux types distincts : le premier est constitué par la combinaison e^3 (40$\bar{4}$1) d^2 $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{17}$.1) ou $e^{9/5}$ (0.14.$\bar{14}$.1), terminée par b^1 et des scalénoèdres de la zone p b^1, qui sont toujours ternes et ne donnent aucune réflexion au goniomètre (b^3, b^4), etc. Il existe en outre de petites faces e^1 linéaires, quelquefois bordées par Θ (27$\bar{9}$4) et ρ (25$\bar{7}$3) ; fréquemment e^1 est aussi accompagné de facettes $e_{1/2}$ (13$\bar{4}$1) fort petites, mais planes et brillantes (fig. 107). Enfin les cristaux présentent souvent sur les arêtes d^2 e^3 (infér.) une face arrondie, que je n'ai pu

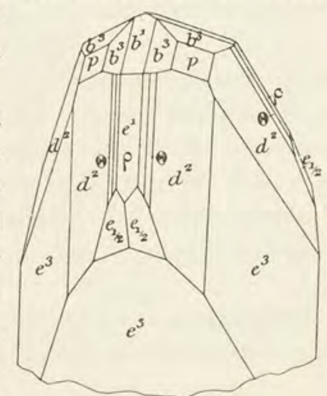


Fig. 107.
Calcite de Bruniquel.

préciser. Les cristaux de ce type, quand ils dépassent 2 centimètres, sont polysynthétiques et beaucoup de leurs faces sont arrondies. Suivant les échantillons, c'est e^3 ou d^2 qui, par sa prédominance, imprime aux cristaux leur aspect caractéristique.

Le second type est constitué par e^2 ou $e^{9/5}$ surmonté de b^1 (fig. 108) avec parfois de petites facettes e^1 et p.

Berri. — *Cher*. M. Ungemach m'a signalé des cristaux de 2 cm. dans les fentes des calcaires bathoniens de Nérondes : e^3 (dominant) avec d^2, $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) et plus rarement b^1 et $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$).

Cévennes. — *Gard*. A Vissec : b^1 e^2 d^2 ; à Bez : d^2, dans le bathonien.



Fig. 108.
Groupe de cristaux b^1 $e^{9/5}$ de Bruniquel.
(Photographie un peu réduite.)

Plateau Central. — *Aveyron*. Dans le bajocien des environs de Millau, à la montée du Larzac : b^1 e^1 e^2 d^2.

Rhône. Le calcaire à entroques bajocien des grandes carrières exploitées à Couzon renferme des géodes que tapissent de magnifiques cristaux de calcite, souvent associés à du quartz. Ces cristaux, remarquables moins par leur grande taille que par leur netteté et la variété de leurs formes, l'éclat de leurs faces et leur limpidité, ont été étudiés à de nombreuses reprises par Romé de l'Isle (*Cristallographie*), de Bournon (*Traité de la Chaux carbonatée*. 1808), Haüy (*op. cit.*), et plus récemment par M. Gonnard (*B. S. M.* X, 297. 1887 et XX, 1897. 18 et 330), qui n'y a pas trouvé moins de 31 formes différentes, constituant entre elles d'assez nombreuses combinaisons.

La plupart des cristaux de Couzon sont caractérisés par la prédominance de e^1 ($02\bar{2}1$), qui existe seul ou associé à p [(fig. 109) (Haüy, *op. cit.*, fig. 12)] et, dans les cristaux anciennement décrits, à a^1 (0001) et e^6 ($70\bar{7}4$) ; à $e^{9/5}$ ($0.14.\bar{1}\bar{4}.1$) et $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$) [fig. 10 (Haüy, *op. cit.*, fig. 95) ; à p et d^1 ; à e^3 $e^{9/5}$ p b^1 d^2 (fig. 11, 27, 15).

Les cristaux décrits par M. Gonnard et trouvés, il y a quelques années, sont plus intéressants ; ils mesurent 2 centimètres au plus : ils sont souvent attachés à leur gangue par une extrémité du prisme e^2 (à faces irrégulières plus ou moins développées) et ne présentent, à l'état libre dans les géodes, qu'un sommet riche en faces, le plus souvent brillantes. Les plus simples de ces cristaux se rapportent au type de Pau, représenté par les figures 155 et 156. e^2 et e^1 dominent ; ils sont accompagnés de p, de d^2 $(21\bar{3}1)$, avec de petites facettes e^3 $(40\bar{4}1)$ Quelques scalénoèdres nouveaux : K $(4.7.\bar{1}\bar{1}.3)$, K_1 $(34\bar{7}2)$, (zone d^2 $e_{1/2}$, U $(19.36.\bar{5}\bar{5}.13)$ et V $(16.59.\bar{7}\bar{5}.17)$, puis d'autres formes χ $(23\bar{1}2)$ [1], $e_{1/2}$ $(14\bar{5}1)$, $e^{11/9}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$, $d^{2/3}$ $(32\bar{5}1)$, se présentent en outre plus ou moins développées dans quelques combinaisons

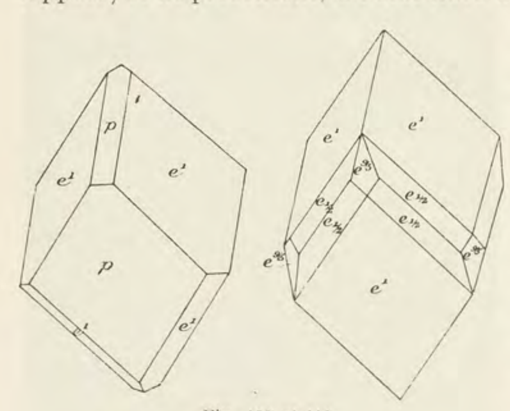


Fig. 109 et 110.
Calcite de Couzon. Formes communes.

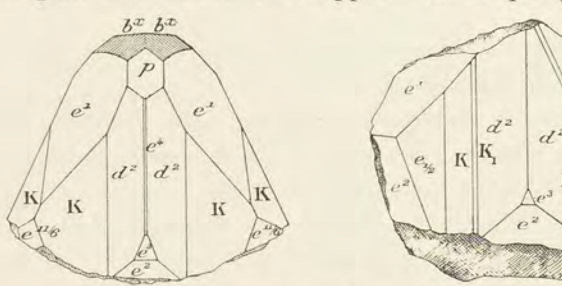
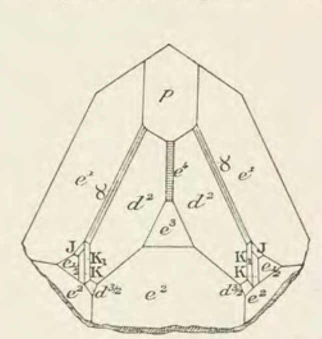


Fig. 111 et 111 *bis*.
Calcite de Couzon. Formes rares.

représentées par les figures 111 à 114, dues à M. Gonnard. Il me semble que les faces marquées e^4 dans la fig. 112 sont en réalité, comme dans les cristaux de Pau (fig. 156) et de Louverné (fig. 62), constituées par un escalier de petites faces e^3 et p.

1. Ces faces, bien que larges, ne donnent que des mesures médiocres ; il est possible qu'il existe aussi des formes voisines appartenant à la même zone d^2 e^1 (et notamment α $(44\bar{8}3)$ et π $(4.8.\bar{1}\bar{2}.5)$.

Les pointements striés et marqués b^x dans la fig. 111 sont souvent constitués par de nombreuses faces de la zone p b^1 ; ce sont b^1, b^2 $(11\bar{2}3)$, b^4 $(31\bar{4}5)$, b^6 $(41\bar{5}6)$, $b^5(51\bar{6}7)$, $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$, $b^{10/3}$ $(7.3.\bar{10}.13)$, $b^{17/6}$ $(11.6.\bar{17}.23)$, $b^{13/6}$ $(7.6.\bar{13}.19)$, et $b^{7/4}$ $(3.4.\bar{7}.11)$.



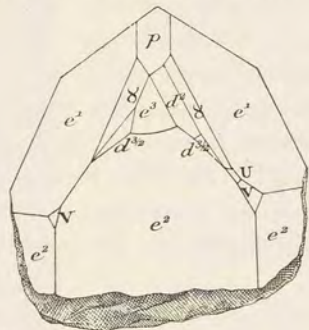
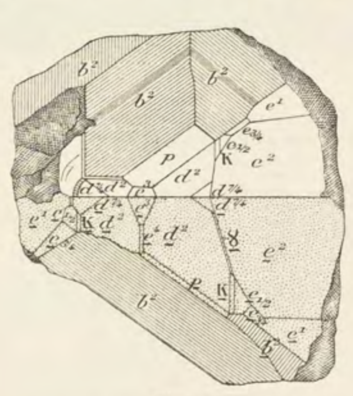


Fig. 112 et 113.
Calcite de Couzon. Formes rares

Les macles sont très rares dans les cristaux de Couzon ; la fig. 114 représente la seule qu'ait étudiée M. Gonnard ; c'est une macle suivant a^1 par accolement et par entrecroisement. Les cristaux élémen-



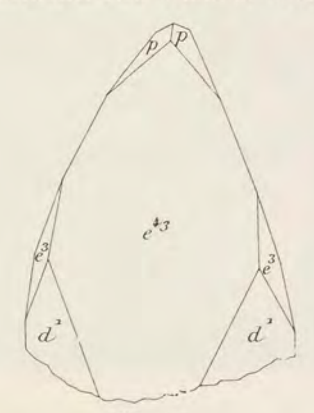


Fig. 114.
Calcite de Couzon. Macle suivant a^1.

Fig. 115.
Calcite du tunnel de Collonges.

taires présentent, en outre de quelques-unes des formes rares citées plus haut, $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$ et le scalénoèdre $e_{3/4}$ $(17\bar{8}3)$, qui n'a encore été trouvé que sur ce cristal.

Les faces e^1 présentent parfois des sillons profonds, correspondant à des corrosions, qui se sont effectuées suivant des plans b^1.

On rencontre aussi dans le même gisement des cristaux appartenant à deux types différents de ceux qui viennent d'être décrits, ce sont : des rhomboèdres b^1 seuls ou associés à des cristaux avec e^2 dominant, p, d^2 et $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, ou bien des rhomboèdres inverses aigus, voisins de e^2 ($e^{9/5}$, $e^{11/6}$), avec e^1 et $e^{1/3}$. M. Ungemach m'a signalé les combinaisons : e^1 $e_{1/2}$ $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$ e^3 e^2, et e^1 e^2 e^3 p d^2 $e^{2/3}$.

Le rhomboèdre e^1, seul ou associé à p, se rencontre également dans les cristaux de Curis, d'Oncin près Chessy, de Vougy près Roanne.

M. Gonnard a signalé (*B. S. M.*, XX, 121, 1897) la combinaison $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ d^1 $(11\bar{2}0)$, avec traces de p, dans des cristaux de 1 à 2 cm. 5 trouvés lors du percement du tunnel de Collonges près Lyon. La figure 115 représente les cristaux de ce gisement, que je dois à ce savant.

Saône-et-Loire. — De fort beaux cristaux de calcite existent dans le bathonien de Collongette à Lugny ; ce sont des rhomboèdres e^1, inco-

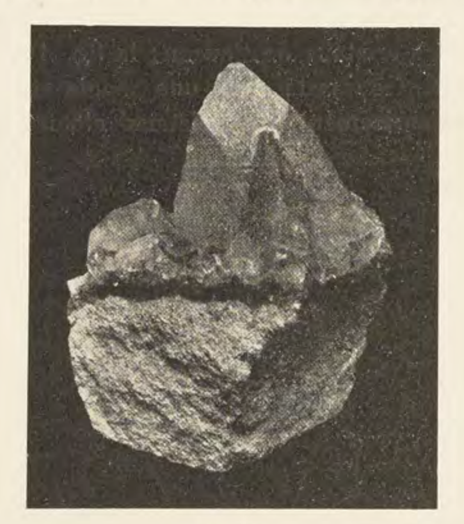


Fig. 116.
Calcite sur calcaire de Collongette. (*Légère réduction.*)

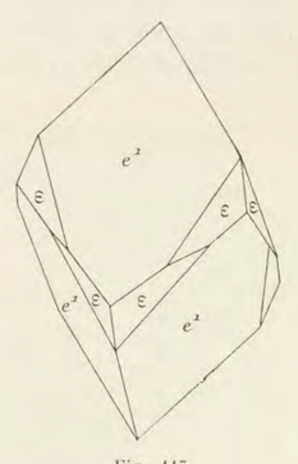


Fig. 117.
Figure théorique de la photographie précédente.

lores, associés à un scalénoèdre très voisin de ε $(5.8.\bar{13}.3)$ (fig. 116 et 117) : comme les mesures n'ont pu être effectuées qu'au goniomètre d'application, je n'ai pu préciser davantage. Ces cristaux atteignent plusieurs centimètres de plus grande dimension. La fig. 118 représente des figures de corrosion très fréquentes sur les faces e^1 de ces cristaux.

A Laives, près Sennecey-le-Grand, beaux cristaux d^2 (avec facettes arrondies ρ ou π) e^2.

Le bathonien de Lacrost, près Tournus, est aussi riche en cristaux de calcite. Ce sont d'abord des rhomboèdres e^1, incolores ou blancs, englobant un scalénoèdre jaune. Il existe aussi des scalénoèdres d^2 jaunes, avec e^1 ou faces courbes de la zone $d^2 e^1$ accompagnant ou remplaçant ce rhomboèdre ; ces formes sont accompagnées de e^2, parfois de $e^{9/4}$ $(13.0.\overline{13}.1)$ et de e^3 ; les macles a^1 sont fréquentes.



Fig. 118.
Figures de corrosion sur une face e^1 de la calcite de Collongette. (*Léger agrandissement.*)

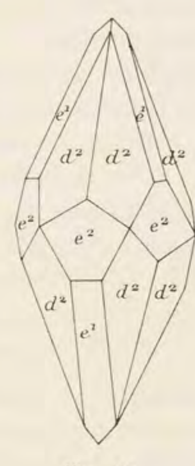


Fig. 119.
Calcite.
Forme commune.

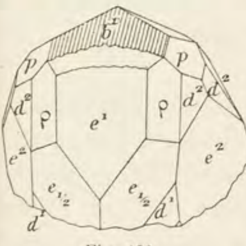


Fig. 120.
Calcite de Saint-Martin-Belle-Roche.

Le bajocien du Mâconnais renferme fréquemment des cristaux de calcite, qui se trouvent dans toutes les fissures des calcaires à entroques et à polypiers. Ils sont généralement pauvres en faces (d^2, avec ou sans e^1 ou b^1, Pouilly, Solutré, la Grisière en Flacé-lès-Mâcon), La Roche Vineuse [autrefois Saint-Sorlin] (cristaux atteignant 3 cm.) ; b^1 e^2 (Pouilly), e^1 (les Collas en Saint-Vérand). Mais exceptionnellement on rencontre des cristaux riches en faces ; tel est le cas de ceux qui tapissent les loges

des ammonites du calcaire à polypiers de Saint-Martin-Belle-Roche (autrefois Saint-Martin de Senozan) ; j'y ai observé la combinaison à faces éclatantes : $e^1\ d^2\ e_{1/2}\ d^1\ p$, avec de larges faces ρ $(25\bar{7}3)$, assez courbes, oscillant d'une part vers π $(4.8.\overline{12}.5)$ et d'une autre vers ω $(4.12.\overline{16}.7)$. Elle est terminée par b^1 cannelé, séparé de e^1 par un rhomboèdre bosselé indéterminable [$e^{1/3}$ (?)] (fig. 120). Dans le même gisement, masses bacillaires se terminant par $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.

La combinaison e^1 (dominant) $p\ b^1\ e^2\ d^2\ e^3$ et parfois $e'_{1/2}$ est fréquente dans le bajocien de La Clayette ; elle constitue des cristaux très transparents.

Côte-d'Or. M. Collot m'a signalé des cristaux $b^1\ e^{9/5}$ $(0.14.\overline{14}.1)$ dans le bathonien inférieur de Baume-la-Roche près Dijon ; aux Perrières, à Dijon, on rencontre d^2 avec des facettes e^1 arrondies ; e^1 se trouve dans le bathonien supérieur de la même localité. La collection de l'École des Mines renferme un calcaire de Dijon contenant des cristaux $e^1\ e_{1/2}$ de calcite.

Yonne. Les calcaires bathoniens de Vézelay sont traversés par des veinules de calcite jaune columnaire, parfois terminées par de gros cristaux e^1, à faces généralement ternes.

Ardennes. — *Ardennes* et *Aisne.* Les calcaires marneux du bathonien supérieur qui peuvent être suivis depuis Hirson (*Aisne*), jusqu'à Charleville (*Ardennes*), renferment de grandes géodes, qui occupent souvent l'intérieur de polypiers ; on y rencontre des cristaux fort nets de calcite.

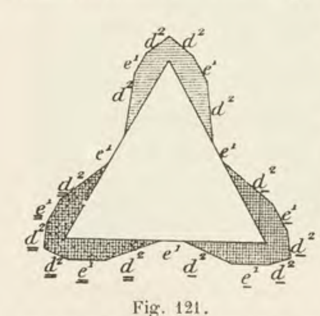


Fig. 121.
Section parallèle à la base du groupement représenté par la figure 136 (à droite).

La combinaison dominante est $e^1\ d^2$, avec souvent e^2 ; on peut citer comme gisements principaux Effry, Eparcy, l'Abbaye près Darcilly (*Aisne*), ainsi que Rumigny (*Ardennes*).

Dans cette dernière localité, tous les cristaux présentent les particularités de structure montrées par les figures 136 (à droite) et 121 ; ils sont constitués par un cristal central e^1, sur les arêtes duquel sont venus s'orienter trois cristaux de la forme $d^2\ e^2$ avec généralement des rudiments de e^1. Les faces e^1 de ces nouveaux individus n'ont pu se réunir, de telle sorte qu'au milieu d'elles, apparaissent en creux, sous forme d'une gouttière profonde, les faces e^1 du cristal central.

Je dois à M. Tronquoy des cristaux recueillis à Éparcy, qui sont constitués par e^1 p ; les faces prédominantes sont creusées de profondes figures de corrosion ; les faces p sont recouvertes d'excroissances irrégulières tendant à reconstituer les plans e^1. D'autres cristaux sont formés par un scalénoèdre aigu très courbe, accompagné de b^1, e^2, $e^{12/17}$, $(0.29.\overline{29}.22)$.

Beaux cristaux jaunes (2 centimètres) $e^{14/13}$ $(09\overline{9}4)$, oscillant jusqu'à $e^{5/4}$ $(03\overline{3}1)$, dans les fentes du bathonien d'Haraucourt.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. J'ai vu des cristaux de calcite, indiqués comme provenant du bajocien des environs de Nancy, sans indication plus précise ; ils présentent la forme e^1 dominante, avec parfois p.

Vosges. — [*Alsace*.] Les marnes du dogger supérieur des environs de Pfirt ont fourni à M. Stöber (*op. cit.*) de petits cristaux (5 mm.), offrant les formes d^2 b^1 e^2 e^1, avec (fig. 122) ou sans e^3.

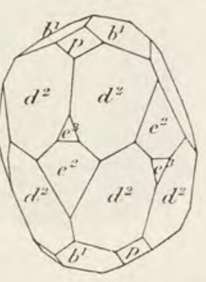


Fig. 122.
Calcite de Pfirt.

Belfort. Dans les environs de Belfort, au mont Cravanche (bajocien), il existe deux types : 1° cristaux jaunes offrant la combinaison b^1 e^2, avec macles suivant a^1; 2° cristaux blancs présentant les formes d^2, e^1, e^2. A la Miotte (bathonien), se rencontrent de jolis cristaux blancs d^2 (dominant), avec b^1, e^1, e^2 (ou $e^{11/6}$) à faces ondulées, non mesurables ; dans les carrières de l'Essert, M. Meyer a signalé d^2 b^1 ; d^2 e^2 b^1, avec macle suivant a^1.

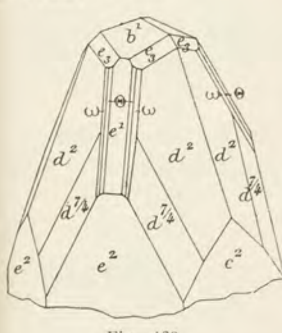


Fig. 123.
Calcite de Chalezeule.

Jura. — *Haute-Saône*. Des cristaux nets de calcite se trouvent dans le calcaire à entroques du bajocien inférieur de Comberjou à 6 kilomètres de Vesoul.

Le rauracien de la Roche-sur-Vannon renferme des cristaux transparents, rappelant ceux de Couzon (e^2 e^1, avec parfois e^3 et de petites facettes d^2).

Les calcaires de Chalezeule doivent fournir des échantillons fort intéressants, si j'en juge par celui que j'ai étudié, mais dont les cristaux sont malheureusement un peu arrondis par dissolution superficielle. Leur forme dominante est d^2, terminé par b ; on remarque

en outre e^2, e^1, $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3), des faces arrondies de la zone $e^1 d^2$: ω (4.12.$\bar{1}\bar{6}$.7) et Θ (27$\bar{9}$4) (fig. 123). Enfin, je citerai entre d^2 et b^1 une forme arrondie, qui paraît être e_3 (22$\bar{4}$3).

Doubs. La forme habituelle des cristaux de calcite des calcaires bajociens de Besançon est e^2 b^1 ; ils sont souvent raccourcis suivant l'axe vertical.

J'ai étudié de gros échantillons provenant du calcaire à polypiers (bajocien supérieur), recueillis, il y a trente ans, sur la route de Besançon à Pouilley-les-Vignes. Ce sont des cristaux e^2 b^1, généralement maclés par accolement suivant a^1 ; l'un d'eux renferme un cristal d^2 offrant la même macle et orienté comme son hôte ; la fig. 124 reproduit la photographie de ce curieux emboîtement de deux cristaux de forme différente, dont j'ai signalé déjà plusieurs exemples (fig. 54 et 69).



Fig. 124.
Macle suivant a^1 de cristaux de la combinaison b^1 e^2, enveloppant une macle de même nature, constituée par d^2. Pouilley-les-Vignes.

De gros scalénoèdres d^2 de calcite ne sont pas rares dans le bathonien des environs de Montbéliard, de Bavans ; des cristaux de la forme b^1 e^2 (avec des rhomboèdres aigus indéterminables et de petites faces d^2) se trouvent dans le même étage à Beure.

Jura. Les calcaires bathoniens blancs de Pont-du-Navoy renferment de gros cristaux de calcite de la combinaison d^2 e^1 e^2, terminés par b^1 et des faces b^x arrondies.

Sur des cristaux provenant du bajocien coupé par la route d'Amange à Moissey (massif de la Serre), j'ai observé la combinaison d^2 e^1 e^2 X (2.23.$\bar{2}\bar{5}$.12).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Les calcaires noirs bajociens sont traversés entre Tallard et Gap par des fissures, dans lesquelles se trouvent de beaux rhomboèdres incolores, et presque limpides, *p*, avec ou sans b^1. Ils sont fréquemment allongés suivant une arête *pp*.

Suprajurassique.

(Callovien, oxfordien, séquanien, kimeridgien, portlandien.)

Flandre. — *Pas-de-Calais*. Les calcaires de la côte de Boulogne sont assez riches en gros cristaux de calcite peu variés de formes. La combinaison dominante est b^1 e^2, les uns sont allongés, les autres très raccourcis suivant l'axe vertical ; il existe aussi des rhomboèdres e^1.

Normandie. — *Orne*. La collection du Muséum possède de très gros cristaux de calcite provenant de Mortagne, mais je ne sais à quel niveau du suprajurassique ils ont été recueillis. Ce sont des scalénoèdres d^2, atteignant 12 centimètres suivant l'axe vertical ; ils sont parfois maclés suivant a^1 et terminés tantôt par p, tantôt par des scalénoèdres obtus b^x arrondis et indéterminables. Ces cristaux sont roses à leur surface et blancs au centre. Des cristaux plus petits présentent en outre le prisme e^2 (fig. 125).

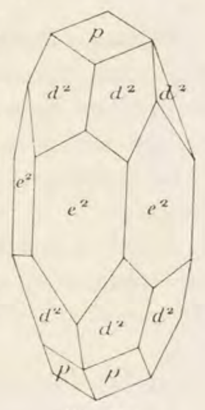


Fig. 125.
Calcite.
Forme commune.

Saintonge. — *Charente-Inférieure*. J'ai observé e^3, avec parfois de petites facettes e^1, sur de jolis cristaux englobant un cristal de même forme et provenant des calcaires marneux du rocher d'Yver. Ils sont d'un blanc jaunâtre et leurs arêtes sont courbes. Des cristaux de 1 centimètre se trouvent dans le kimeridgien de Châtelaillon, près La Rochelle, leur forme dominante est e^3, avec fréquemment d^2. C'est probablement de ce gisement que proviennent les cristaux figurés par Haüy (*op. cit.*, fig. 100) avec la mention La Rochelle (fig. 126).

Fig. 126.
Calcite des environs de la Rochelle.

Fig. 127.
Calcite de Vars.

Charente. Quelques cristaux recueillis dans les calcaires argileux kimeridgiens de Vars sont limpides, ils sont constitués par un rhomboèdre très aigu, arrondi ($e^{9/5}$ ou $e^{11/6}$), terminé, par $e^{1/3}$ ($04\bar{4}5$) et de petites facettes b^1 (fig. 127).

Quercy. — *Lot-et-Garonne*. Les calcaires à ciment (kimeridgien) de Fumel renferment des géodes de gros cristaux limpides de calcite, parmi lesquels domine le rhomboèdre b^1.

Cévennes. — *Hérault*. C'est la forme $e^{4/5}$ (03$\bar{3}$2), qui caractérise les cristaux des calcaires coralligènes du jurassique supérieur, au contact de l'éocène d'eau douce de Murles.

Gard. J'ai examiné des scalénoèdres métastatiques en mauvais état (probablement d^2) provenant des environs de Sumènes.

Plateau Central. — *Ardèche*. Des cristaux de calcite du calcaire séquanien de Crussol sont constitués par des scalénoèdres d^2, avec e^1 et diverses autres formes, non déterminables à cause de l'arrondissement des faces, qui ont subi une dissolution superficielle.

Le scalénoèdre d^2 domine dans les cristaux du calcaire beriasien de Vogué.

Nièvre. Les calcaires de Clamecy renferment en grande abondance des cristaux de calcite, qui ont été anciennement décrits par C.A. Becquerel (*J. P.* LXXXIX. 462. 1819). D'après les figures de cet auteur, ils se rapportent à trois types : 1° (type I d) cristaux avec le rhomboèdre e^1 (02$\bar{2}$1) dominant, accompagné de b^1 (01$\bar{1}$2).

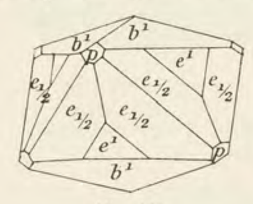


Fig. 128.
Calcite de Clamecy.

2° (type III b) Scalénoèdre $e_{1/2}$ (14$\bar{3}$1), soit seul, soit accompagné de petites facettes b^1, e^1, p, d^2 ; dans ces cristaux, $e_{1/2}$ est en général très développé (fig. 150 et 151), mais parfois il est raccourci (fig. 128 d'après Becquerel), dans le sens vertical, par suite du grand développement du pointement b^1.

3° (type III a) Le dernier type est caractérisé par la prédominance du scalénoèdre d^2, toujours accompagné par e^2, b^1 et e^1, avec, en outre, parfois, entre d^2 et e^2, de petites facettes linéaires ξ (22$\bar{4}$1) et une forme indéterminable, puis entre d^2 et e^1, de petites facettes π (4.8.$\bar{1}\bar{2}$.5) et Θ (27$\bar{9}$4) ; Becquerel signale aussi de très petites facettes $e_{1/2}$ et une forme indéterminable de la zone b^1 d^2 (fig. 129, d'après Becquerel).

La plupart des cristaux de ce gisement, que j'ai examinés (coll. de Haüy et du Muséum), se rapportent aux types I et III et sont con-

formes à la description de Becquerel. De très gros rhomboèdres e^1 sont profondément creusés de sillons parallèles aux plans b^1 ; la dissolution, qui s'est effectuée suivant ces plans, a parfois gagné jusqu'au milieu du cristal. Tantôt elle s'est produite suivant un seul plan b^1, il est alors possible d'extraire du cristal des lames (plans de séparation) parallèles, à surface assez plane, et tantôt au contraire, la dissolution s'est effectuée suivant les trois plans b^1, qui se coupent sur les faces e^1 sous des angles de 133°52′. Quant aux cristaux du type III, que j'ai examinés, ils présentent seulement la combinaison $d^2 e^3 e^2$, avec ou sans b^1, de telle sorte qu'il ne m'a pas été possible de préciser la position exacte des faces rondes, indiquées sommairement par Becquerel.

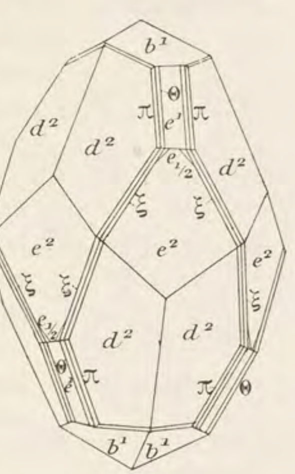


Fig. 129.
Calcite de Clamecy.

J'ai étudié quelques cristaux recueillis récemment à Beuvron près Clamecy ; ils appartiennent à des types variés, suivant que domine b^1 (type I. c) ou comme dans les cristaux précédents, e^1 ou d^2. Dans ce dernier cas, ils présentent souvent de petites facettes e^2 et, sur l'arête la plus obtuse de d^2, des faces e^4 ($50\bar{5}2$) très striées horizontalement.

Dans le rauracien de La Charité, domine la combinaison e^2 b^1.

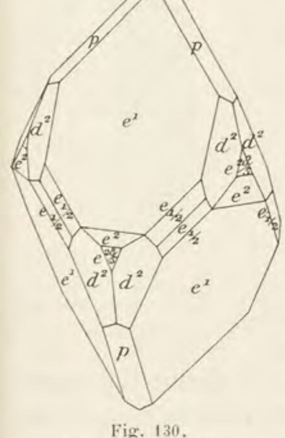


Fig. 130.
Calcite de Bourges.

Berri. — *Cher*. Les calcaires marneux de Saint-Amand renferment des géodes de calcite, qui peuvent être isolées sous forme de boules creuses, tapissées de cristaux à faces généralement un peu arrondies : leur forme dominante est d^2, avec e^2 et b^1, subordonnés. Les calcaires à *Astarte* des environs de Bourges (notamment à la carrière de Lazenay) renferment des cristaux de calcite fort limpides, qui rappellent certaines combinaisons de Couzon (type I d) ; e^1 domine, associé à p et $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$), e_i^2 d^2. Il existe en outre (fig. 130) de petites facettes peu brillantes

d'un rhomboèdre direct $e^{28/5}$ ($11.0.\overline{11}.6.$), qui est l'inverse de $e^{12/17}$, que j'ai trouvé sur des cristaux de calcite d'Avignonet.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. La forme dominante des cristaux de calcite des calcaires marneux oxfordiens des environs de Mâcon (Lévigny près Charnay, les Perrières-en-Flacé) est la combinaison b^1 e^2 (et plus rarement $e^{9/5}$ à la place de e^2).

Fig. 131.
Calcite de Crèches.

Dans une géode des Perrières, j'ai observé un cristal e^2 b^1 en partie enveloppé par un cristal e^2 $e^{3/5}$ ($08\bar{8}7$) très corrodé de nouvelle génération ; cette combinaison e^2 $e^{3/5}$ se trouve aussi seule (fig. 133).

A Crèches, les loges de grandes ammonites sont parfois tapissées de très jolis cristaux transparents appartenant à deux types : 1° e^1, avec ou sans p et d^2, et plus rarement a^1 peu développé ; ce sont les cristaux les plus gros, ils atteignent 1 centimètre ; 2° e^1 e^2 $e_{1/2}$; 3° combinaison de d^2 dominant, e^2, e^1 et p, avec ou sans b^1, a^1, des scalénoèdres striés b^x et $d^{19/13}$ ($19.13.\overline{32}.6$) (fig. 131).

J'ai observé aussi la combinaison e^1 b^1 $b^{7/3}$ ($4.3.\bar{7}.10$) e^2 e^3 d^2 $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$). Dans une même géode, c'est, suivant les cristaux, le rhomboèdre e^1 ou le scalénoèdre d^2 qui domine.

Des cristaux de même forme se rencontrent quelquefois à l'intérieur de nodules de limonite ; leurs faces sont alors remarquablement éclatantes. Enfin, exceptionnellement, se présente la combinaison b^1 (très striée) d^2 et $e^{11/6}$; la figure 132 représente une intéressante macle suivant b^1 de deux cristaux de ce type.

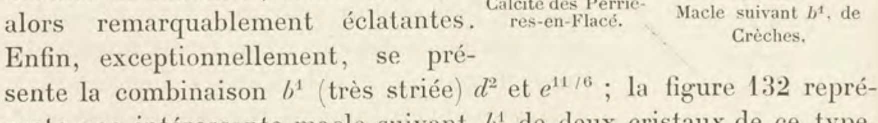


Fig. 133
Calcite des Perrières-en-Flacé.

Fig. 132.
Macle suivant b^1, de Crèches.

La calcite farineuse n'est pas rare dans les fentes des calcaires du Mâconnais et notamment à Chevagny-les-Chevrières.

De beaux cristaux se trouvent à Saint-Hilaire près Fontaine-les-Châlon (b^1 et un rhomboèdre inverse voisin de e^2).

A Tournus, dans le séquanien, petits cristaux d^2 et d^2 e^3 b^1, blancs laiteux.

Yonne. Le massif coralligène séquanien (astartien), constitué par le calcaire oolithique blanc de Tonnerre, est riche en géodes de calcite. Les cristaux, raccourcis suivant l'axe vertical, présentent b^1 comme forme dominante, avec e^1 [quelquefois $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$] e^2 (fig. 134), et d^2.

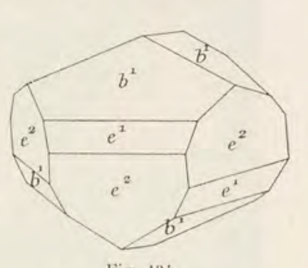


Fig. 134.
Calcite de Tonnerre.
Forme commune.

Dans le kimeridgien de Chambondon près Tonnerre se trouvent des géodes plus ou moins globuleuses, tapissées de jolis scalénoèdres d^2 de calcite.

Les cristaux provenant des calcaires jaunes oxfordiens de Vermenton (Vermanton) sont des scalénoèdres d^2.

Champagne. — *Haute-Marne.* Gros scalénoèdres d^2 transparents dans les calcaires de Baudrecourt.

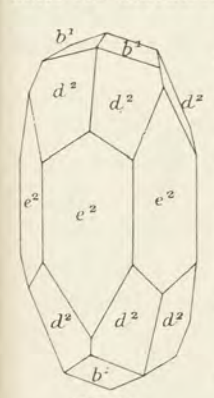


Fig. 135.
Forme commune de la calcite de l'Aube.

Aube. Leymerie a appelé l'attention (*B. S. G.* IX. 276. 1838) sur la constance de la forme des cristaux de calcite, qui tapissent les cavités des polypiers ou plus rarement des mollusques du calcaire blanc oolithique à nérinées de l'Aube ; ils présentent la combinaison b^1 d^2 et e^2 (fig. 135). Les macles suivant a^1 sont très fréquentes, avec ou sans angles rentrants, suivant que e^2 est peu ou très développé (les Riceys, Courteron, etc.).

Meuse. Dans les calcaires du kimeridgien moyen de Popey près Bar-le-Duc, gros scalénoèdres d^2.

[**Alsace**]. Les assises rauraciennes de Liesberg près Délemont renferment d'énormes cristaux de la forme e^1, dépassant 10 centimètres suivant l'axe vertical.

Belfort. Les assises séquaniennes des environs de Belfort sont assez riches en cristaux de calcite ; il y a lieu de faire une mention spéciale pour ceux de Perouse.

J'ai examiné plusieurs cristaux provenant de cette localité et atteignant 5 centimètres de longueur ; ils sont très corrodés et ne permettent pas de mesure précise. La forme dominante est e^1, dont les

arêtes culminantes sont profondément rongées ; il existe en outre de (larges faces) et un scalénoèdre négatif que je n'ai pu déterminer avec précision et dont l'angle sur p est de 109°. Une particularité est commune à tous ces cristaux ; elle consiste en ce que chaque face e^1 est creusée d'une profonde gouttière, parallèle à sa diagonale symétrique (fig. 136, à gauche) : ce fait semble indiquer que le cristal a une structure analogue à celle du groupement

Fig. 136.
Groupements symétriques par rapport à d^1 $(11\bar{2}0)$ de cristaux de calcite (à gauche, Perouse, à droite, Rumigny).

Fig. 137.
Section parallèle à la base du groupement représenté par la figure 136 (à gauche).



Fig. 138.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres à faces arrondies. Perouse.

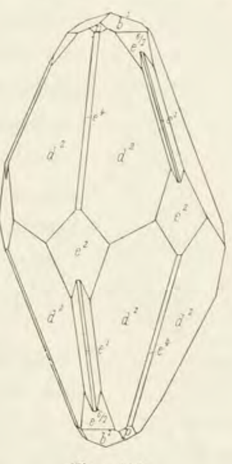


Fig. 139.
Calcite de Belfort.

de Rumigny, représenté par la même figure (à droite), c'est-à-dire qu'il consiste dans la réunion de trois cristaux disposés symétriquement par rapport à d^1 (clivages communs) (fig. 137) et recouvrant peut-être un

cristal central invisible. J'ai observé une macle de deux de ces cristaux suivant e^1 ($02\bar{2}1$) (fig. 138).

Peut-être est-ce de ce gisement que provient un échantillon, étiqueté Belfort, sans indication plus précise, que m'a signalé M. Ungemach ; il consiste en un calcaire, dont les deux faces supportent de gros cristaux (d^2 e^3 b^1) de calcite, recouverts eux-mêmes de cristaux plus petits, qui appartiennent à deux types distincts, suivant le côté considéré de l'échantillon : 1° d^2 dominant, avec $e^{6/7}$ ($0.13.\bar{13}.8$), b^1, e^1, e^2, p, e^4 ($50\bar{5}2$) ; les faces e^1 forment le fond, linéaire, d'une sorte de canal (fig. 139) remplaçant les arêtes d^2 ; il s'agit sans doute là d'une structure comparable à celle décrite plus haut.

2° e^2 d^2 (dominant), avec p, b^1, e^1, e^3, $d^{17/9}$ ($17.9.\bar{26}.8$), e^4, p et b^1.

J'ai examiné aussi des cristaux provenant des localités suivantes : à la côte de Danjoutin (rauracien), la forme dominante est b^1, associé à e^2 ou à un rhomboèdre aigu non mesurable (cristaux ternes) ; à Bermont (astartien), b^1 e^2 raccourcis, mais avec de petites faces arrondies du scalénoèdre d^2.

Jura. — *Haute-Saône*. Les calcaires kimeridgiens de la tranchée de Bourdon, à Mont-le-Vernois, contiennent de jolies géodes atteignant la grosseur des deux poings et tapissant des cristaux de calcite e^2 b^1 d^2, etc.

Dans les calcaires oxfordiens de Bucey-lès-Gy, la forme dominante de la calcite est b^1, avec ou sans e^2.

Doubs. Le scalénoèdre d^2, la combinaison e^2 b^1, ou l'association des deux faciès, se rencontrent dans les calcaires du jurassique supérieur des environs de Besançon ; dans les marnes oxfordiennes de Palente notamment, abondent des boules creuses, facilement isolables, que revêtent de gros cristaux ; dans le bathonien à polypiers, de beaux cristaux b^1 e^1 p et d^2, avec en outre une forme en zone entre d^2 et un scalénoèdre b^x arrondi. Le rhomboèdre $e^{3/2}$ ($05\bar{5}1$) a été trouvé à Ornans, dans des calcaires schisteux oxfordiens.

Ain. L'oolithe blanche kimeridgienne (ptérocérien) d'Oyonnax est assez riche en cristaux de calcite. Ceux des bancs de calcaire dur sont constitués par la combinaison e^2 b^1, assez allongée suivant l'axe vertical : dans les calcaires tendres, les cristaux se trouvent surtout à l'intérieur de fossiles (*nérinées* et *diceras*), ils présentent la même

combinaison, mais avec les faces e^2 extrêmement réduites ; ils constituent souvent des groupements crétés.

Les calcaires gris (oxfordien supérieur), exploités à Tenay, sont traversés par des veinules de calcite spathique, blanche, opaque, se terminant quelquefois dans les géodes par des cristaux incolores et transparents : e^3 $(40\bar{4}1)$, d^2, avec parfois p, b^1 et de petites facettes striées b^2 $(11\bar{2}3)$, $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$.

L'oxfordien d'Oncieu fournit d'assez jolis cristaux : $e^{8/7}$ $(0\bar{5}52)$, oscillant jusqu'à $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$.

Alpes. — *Savoie.* Les calcaires hydrauliques oxfordiens de Cons, près Faverge, renferment de belles géodes de calcite, dans lesquelles les cristaux de la forme p dominent, avec parfois d^2, qui, dans certains des échantillons que j'ai examinés, est très developpé.

Dans les calcaires sublithographiques séquaniens de Montmélian se rencontrent de gros cristaux incolores ou enfumés. La forme prédominante est b^1, avec e^2 plus ou moins développé. Dans quelques cristaux, b^1 est remplacé par un scalénoèdre b^3 $(21\bar{3}4)$ ou b^4 $(31\bar{4}5)$. C'est la même combinaison b^1 e^2 que j'ai observée dans de jolis cristaux du calcaire oxfordien de Lemenc près Chambéry.

Fig. 140.
Macle par pénétration suivant a^1 de cristaux b^1 e^2. Projection sur la base. Porte-de-France.

Isère. Les calcaires compacts séquaniens de la Porte-de-France, exploités comme pierre de taille, sont traversés par de nombreuses veinules de calcite spathique, au milieu desquelles se rencontrent parfois des géodes tapissées de fort beaux cristaux. Ces calcaires sont compris entre le calcaire à *Per. Martelli* et les calcaires tithoniques à *Pygope janitor*, surmontés par les calcaires argileux noirs purbeckiens à *Hoplites privasensis*, qui servent à la fabrication du ciment de Grenoble. Haüy a signalé dans ce gisement le rhomboèdre $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

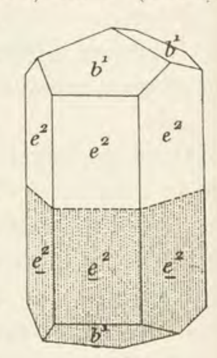


Fig. 141.
Macle par accolement suivant a^1 de cristaux b^1 e^2. Porte-de-France.

Les beaux cristaux que possède la collection du Muséum, depuis 1848, appartiennent à divers types.

1° (Types I *b* à type II *b*.) Combinaisons b^1e^2 ; les macles suivant l'axe ternaire sont fréquentes. Quand les faces e^2 sont presque absentes ou très réduites, la macle a lieu par pénétration (fig. 140) ; lorsque les faces e^2 au contraire sont très développées, la macle se fait par accolement suivant a^1, donnant lieu ainsi à des prismes à sommet triangulaire, symétriques par rapport à un plan transversal. Aucune suture n'est d'ordinaire visible sur les faces e^2, comme dans la fig. 141, qui est théorique. Ces divers cristaux, maclés ou non, terminés aux deux extrémités et isolés, sont gris, un peu enfumés et seulement translucides ; ils atteignent 3 à 4 centimètres de plus grande dimension. On a trouvé aussi dans ce gisement des cristaux blancs, dans lesquels b^1 oscille avec des scalénoèdres b^x très courbes.

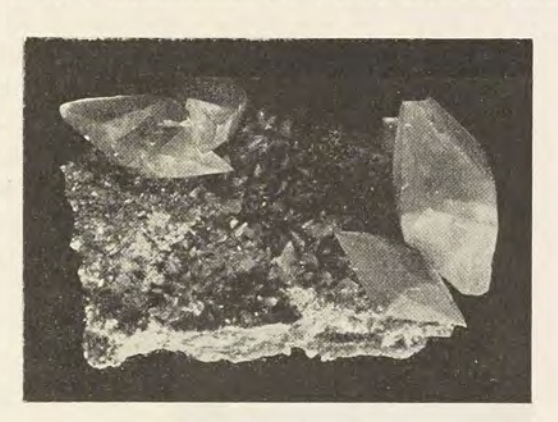


Fig. 142.
Groupe de scalénoèdres d^2 sur calcaire de la Porte-de-France.

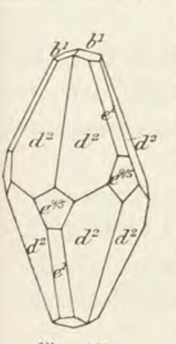


Fig. 143.
Calcite.
Forme commune.

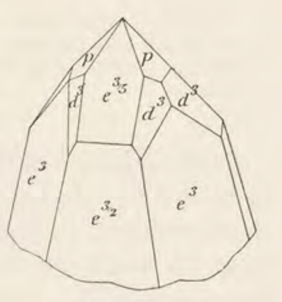


Fig. 144.
Calcite.
Porte-de-France.

C'est probablement de ce même gisement que proviennent certains des rhomboèdres b^1 blancs, enchevêtrés dans des géodes, que j'ai vus dans de nombreuses collections, avec l'indication Grenoble ou Dauphiné.

2° Cristaux enfumés de la combinaison e^3, avec $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ à faces bombées, $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$, p et de petites facettes d^3 $(31\bar{4}2)$, très striées, oscillant jusqu'à d^5 $(51\bar{6}4)$ (fig. 144). Ces cristaux ayant 2 à 3 cm. sont

couverts de cristaux mal formés atteignant 8 ^{mm}, à faces et arêtes courbes : ils sont constitués par les mêmes formes, mais avec en plus des scalénoèdres b^x arrondis.

3° d^2 (type III *a*), avec d'ordinaire e^2 ou des rhomboèdres aigus voisins [notamment $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{17}.1)$ et $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{14}.1)$], ainsi que b^1, e^1 (fig. 142 et 143), et fréquentes macles par accolement suivant a^1.

4° Combinaison de scalénoèdres obtus à faces striées et courbes [b^3 $(21\bar{3}4)$ dominant] (type III, *b*), associés à e^2 et groupés en grand nombre à axes parallèles sur de gros scalénoèdres d^2, atteignant 12 centimètres suivant l'axe vertical (fig. 144 *bis*).

Fig. 144 *bis*.
Groupement à axes parallèles de scalénoèdres obtus sur un gros scalénoèdre d^2. Porte-de-France.

De gros cristaux (d^2 b^1) ont été trouvés, avec célestite, dans les loges d'une ammonite (*Lytoceras Liebigi*) des calcaires berriasiens de Fourvoirie.

Des scalénoèdres d^2 se trouvent, avec dolomite et quartz, dans les fentes des septaria des marnes oxfordiennes de Meylan.

Basses-Alpes. Les dolomites du jurassique supérieur de Rouyon renferment des cristaux de calcite de la combinaison b^1 $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{14}.1)$. Le rhomboèdre e^1 se rencontre à Castellane ; la combinaison b^1 e^2 existe dans les calcaires calloviens (ou bathoniens) des Aupillons près Barcelonnette.

Crétacé.

Infracrétacé (néocomien et albien).

Landes. Les calcaires marneux albiens de la carrière de Vimport, près Tercis, renferment de nombreuses géodes, s'isolant parfois sous forme de gros nodules creux, que tapissent des cristaux d^2, avec fréquemment e^1 (linéaire), e^2 et d^2 ; ils sont d'un blanc éclatant.

M. Soldé m'a remis de fort beaux échantillons de la combinaison d^2 (dominant) e^3 b^1, avec des faces T $(2.9.\bar{1}\bar{1}.5)$ courbes, mais cependant déterminables [d^2 T = 150°40′ (moy.)] (fig. 145). Ces nodules sont souvent, sinon toujours, constitués par des polypiers.

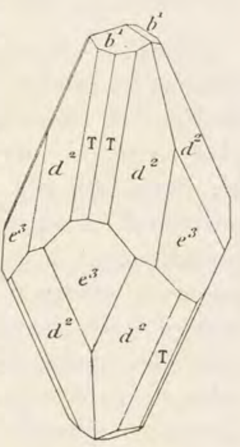


Fig. 145.
Calcite de Vimport.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les fentes des ardoises calcaires de Labassère renferment quelques cristaux de calcite. Ils présentent la combinaison de b^1, avec le rhomboèdre aigu $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ et le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ extrêmement strié ; les cristaux sont très souvent maclés par accolement suivant a^1 (fig. 146).

Fig. 146.
Macle suivant a^1 de la combinaison $b^1 e^{9/5} d^1$.
Labassère.

J'ai observé aussi de petits cristaux noirs e^1, avec $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3)$ peu développé.

Cévennes. — *Gard.* Des clivages de calcite transparente (spath d'Islande) ont été recueillis dans les fentes des calcaires hauteriviens de Saint-Alban, près Alais.

J'ai examiné des cristaux de calcite des calcaires barrémiens des environs de Nîmes, terminés par b^1, à faces arrondies ; ils sont constitués soit par e^2, soit par des rhomboèdres voisins et en particulier par $e^{19/9}$ $(28.0.\bar{2}\bar{8}.1)$ (fig. 147) ou $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}\bar{6}.1)$; il existe fréquemment aussi de petites facettes de scalénoèdres : d^2, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ ou $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$.



Fig. 147.
Calcite de Nîmes.

Des rhomboèdres inverses, voisins de e^1, mais non mesurables, atteignant 4 centimètres et entièrement transformés en phosphorite, ont été trouvés dans les poches à phosphorite, creusées dans les calcaires urgoniens de Tavel.

De beaux cristaux ont été signalés en de nombreux points des environs d'Anduze (rhomboèdres au Trial, scalénoèdres au-dessous du château de St-Deyran) [de Brun. *Bull. soc. étud. sc. nat. Nîmes*, 1900].

Champagne. — *Aube*. Le type I b (b^1 et b^1 e^2 raccourci) est commun dans les calcaires néocomiens à *spatangues* de l'Aube et notamment à Fouchères.

Alpes. — *Haute-Savoie*. J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux de calcite du Salève (notamment de la grotte de Seillon) ; ils sont parfois énormes, pesant plusieurs kilogrammes, mais leurs faces, plus ou moins corrodées superficiellement, sont rarement brillantes. M. Brun, qui m'a communiqué ces cristaux, n'a pas séparé ceux provenant du suprajurassique de ceux recueillis dans le néocomien. Ils appartiennent à de nombreux types. 1° rhomboèdre p simple, avec parfois de petites facettes b^1. 2° rhomboèdre b^1, souvent lenticulaire et passant à des lentilles arrondies par suite du très grand développement des scalénoèdres obtus indéterminables, avec quelquefois en outre de petites facettes brillantes e^2, d^2. 3° combinaison b^1 e^2 ; c'est elle qui constitue les plus gros cristaux (type II b). Enfin, on rencontre aussi, mais moins fréquemment, des scalénoèdres d^2 [avec e^1, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$] et des rhomboèdres e^1.

La calcite des calcaires blancs des Fiz constitue de gros rhomboèdres b^1, à faces courbes, offrant parfois une structure comparable à celle des cristaux de Génelard (p. 480). Des échantillons de ce genre abondent dans les blocs du grand éboulis, situé au-dessus de Servoz et que l'on traverse pour aller au Lac vert.

Les calcaires néocomiens des Balmettes, faubourg d'Annecy, présentent des cristaux de calcite limpide de la forme b^1 e^2, généralement raccourcis suivant l'axe vertical.

Savoie. De beaux cristaux de calcite ont été trouvés dans les calcaires urgoniens d'Aix-les-Bains (près l'établissement) ; ils sont de formes variées ; les plus communs ont pour rhomboèdre dominant b^1 (très strié) avec de petites facettes e^2.

J'ai observé des cristaux b^1, avec ou sans p, provenant des Bauges, près Chambéry ; ils ont été recueillis dans l'urgonien (ou peut-être dans le jurassique supérieur).

Enfin, M. Haug m'a communiqué des échantillons provenant du calcaire valanginien du mont Corbelet, à Saint-Thibaud-de-Couz ; ils présentent les mêmes particularités de structure que ceux de la grotte de Hamma à Alger (page 522) : le rhomboèdre dominant est $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$.

Isère. Les calcaires zoogènes bleuâtres valanginiens du Fontanil renferment des cristaux raccourcis b^1 e^2.

Hautes-Alpes. Les calcaires barrémiens des environs de Sisteron renferment des cristaux de calcite souvent très gros, mais à faces peu brillantes. La forme dominante est d^2, avec p et e^x ; les macles suivant a^1 sont assez fréquentes.

Diois. — *Drôme*. De jolis cristaux limpides (e^2 b^1) se rencontrent avec dolomite dans les calcaires néocomiens de Châtillon-en-Diois ; ils tapissent quelquefois les cavités de brachyopodes.

Provence. — *Var*. Les fentes du jayet du Var présentent des cristaux de calcite b^1.

Bouches-du-Rhône. A la carrière du Duc, près de la station de la Mède en Châteauneuf-les-Martigues (au pied de la chaîne de la Nerthe), on a trouvé dans l'urgonien des masses columnaires de calcite blanche, dont les individus constituants, facilement isolables, mais dépourvus de formes cristallographiques, ont jusqu'à 6 centimètres de diamètre sur 3 décimètres de long. Dans la chaîne de la Nerthe, il existe aussi des cristaux nets : e^2 b^1 d^2, et parfois des scalénoèdres dominants.

Algérie. — *Constantine*. Les cristaux de calcite des assises crétacées des Portes de fer (El Biban) appartiennent à des types variés : 1° b^1 à faces planes ou cristaux lenticulaires ; 2° b^1 e^2, cristaux peu allongés suivant l'axe vertical ; 3° p cristaux ternes, dont les arêtes culminantes sont arrondies (b^1 et b courbes). Ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles, avec tendance à la production d'empilements suivant l'axe vertical.

M. Renou a signalé (*Explor. de l'Algérie*, 1848, p. 29) à la surface du sol, au Mont Sidi R'rheis, des rhomboèdres de clivages de calcite pesant plus de 100 kilogrammes ; ils proviennent des fentes des calcaires à rudistes (aptien.)

Supracrétacé.

(Cénomanien, turonien, sénonien, danien.)

Saintonge. — *Charente*. Jolis cristaux, dans les fentes du calcaire de la tranchée du chemin de fer, entre Cognac et Veillard ; ils sont caractérisés par l'égal développement de d^2 et de $e^{7/5}$ ($04\bar{4}1$), oscillant vers $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$), avec de petites facettes e^1 ; ils sont terminés par b^1 (fig. 148).

Pyrénées. — [*Aragon*]. Les calcaires maestrichtiens du Pic d'Otal (à 8 km. S.-S.-O. du port de Gavarnie), doivent fournir de magnifiques cristaux de calcite, si j'en juge par les échantillons roses ou blancs, que j'ai examinés et qui ont été corrodés par exposition aux intempéries : ils atteignent plusieurs centimètres et sont constitués par les combinaisons e^1 d^2 ou un scalénoèdre voisin ; e^1 $d^{5/3}$; parfois les faces e^1, oscillant avec des rhomboèdres plus aigus, sont creuses sur une partie de leur surface ; il semble qu'au cours de la cristallisation, les faces e^1 aient cessé de s'accroître dans leur partie centrale et qu'ils se soit développé des faces scalénoédriques sur leurs arêtes ; c'est la reproduction des cas représentés par la fig. 136, p. 500. Sur un groupe de cristaux, j'ai rencontré une macle suivant b^1, du type de la fig. 93 (p. 479). Enfin, la fig. 149 représente la photographie d'une belle macle suivant e^1 $(02\bar{2}1)$, isolée de toute gangue, qui provient du même gisement.

Fig. 148.
Calcite de Veillard.



Fig. 149.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres d^2. Pic d'Otal. (*Photographie grandeur naturelle*).

Bassin de Paris. — *Seine*. Les cristaux, régulièrement orientés à l'intérieur des oursins de la craie de Meudon, ont des faces courbes ; ils sont constitués par $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$ ou un rhomboèdre voisin.

Maine. — *Sarthe*. M. Ungemach m'a signalé de jolis cristaux lenticulaires (b^1 d^2 e^1 et un rhomboèdre direct voisin de e^2) provenant de la craie de Connerré.

Je dois à l'obligeance de M. Chelot de petits cristaux jaunâtres (d^2 e^3) recueillis dans les grès cénomaniens de la Trugale, en Neuville-sur-Sarthe.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fentes des calcaires exploités à Montgaillard, au nord de Bagnères-de-Bigorre, renferment d'assez beaux cristaux de calcite limpide, dont la forme dominante est b^1.

Cévennes. — *Gard*. Les grès verts gardoniens, situés dans la vallée du Rhône entre Pont-Saint-Esprit et le confluent de l'Ardèche, renferment des lits de calcaire grisâtre contenant du lignite. Au milieu de celui-ci se trouvent des concrétions de calcite fibreuse (allongement suivant pp) développant par le choc une remarquable odeur de *truffe*. Émilien Dumas a décrit cette calcite (*Statist. minér. Gard*, II, 1876, 491) sous le nom de *truffite*. Il indique comme gisement précis les bords immédiats du Rhône à la partie inférieure d'un escarpement situé à 300 mètres au nord de la citadelle de Pont-Saint-Esprit. Les rognons fibreux de calcite sont allongés et atteignent parfois 2 mètres de longueur. La même substance se trouve en aval du pont de l'Ardèche et, sur la rive droite, au niveau de la rivière.

Champagne. — *Yonne*. Haüy a décrit des cristaux du type III *a*, provenant de la craie de Saint-Julien-du-Sault (*op. cit.*, fig. 94) et représentés par les figures 150 et 151 ; la forme dominante est le scalénoèdre $e_{1/2}$ $(14\bar{3}1)$, associé à d^2, e^1 et à p.

La craie des environs de Sens renferme des géodes de cristaux transparents à Rozoy ; $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$, d^2 et e^2 dominent, avec e^1, p, b^1, e^1, $e^{19/9}$ $(28.0.\bar{28}.1)$; M. Collot m'a signalé en outre π $(4.8.\bar{1}2.5)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$. Dans ces cristaux, qui se rencontrent aussi dans les fentes de silex, d^2 est courbe et $e_{1/2}$ très brillant. La fig. 152 représente une combinaison fréquente dans les cristaux que j'ai étudiés.

Fig. 150 et 151.
Calcite de Saint-Julien-du-Sault.

Je dois à M. Renard des cristaux de forme analogue, provenant d'autres localités voisines et notamment de Cochepie près Villeneuve-sur-Yonne. A Vareilles, c'est encore $e_{1/2}$ qui est la forme dominante, mais les cristaux sont très raccourcis par suite du grand développement de b^1 (accompagné de scalénoèdres b^x courbes) ; il existe aussi $e^1 p$ et de petites facettes $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ en zone avec $e_{1/2}$.

De très gros cristaux ont été trouvés à Paron dans une carrière aujourd'hui abandonnée : à Malay-le-Petit, la forme dominante est e^1, avec traces de p.

J'ai examiné un intéressant échantillon recueilli dans une fente de la craie sans silex d'Armeau ; ce sont des rhomboèdres aigus $e^{7/4}$, $e^{11/6}$, parfois e^1, terminés par p et b^1 (faces ternes) : il existe aussi des facettes d^2.

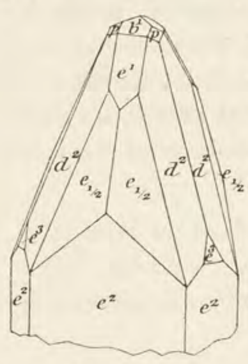


Fig. 152.
Calcite de Rozay.

A Vieuxchamp, au nord d'Auxerre, le cénomanien (craie glauconieuse) est traversé par des veinules de calcite columnaire, ayant plusieurs centimètres d'épaisseur et se terminant souvent par des pointements distincts. Dans quelques échantillons, les cristaux sont de grande taille (1 à 2 centimètres) et uniformément constitués par e^1, avec ou sans de petites facettes p ; dans d'autres, ne dépassant pas 7 millimètres, le rhomboèdre dominant est $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, avec souvent en outre e^1 moins développé.

Aube. La collection du Muséum possède de magnifiques cristaux de calcite incolores et limpides, atteignant 3 cm. 5 et provenant de la craie à *Micraster* de Thuisy près Estissac ; la forme dominante est e^1, avec de petites facettes p, e^3, d^2. Ils ont été trouvés au milieu de masses bacillaires de calcite remplissant les fentes de la craie blanche, près d'une tuilerie. Les faces e^1 de ces cristaux présentent des corrosions linéaires correspondant aux plans b^1.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. De très beaux cristaux, souvent jaunâtres, de la combinaison b^1 e^2 (ou rhomboèdres aigus voisins) abondent dans les calcaires fuvéliens (sénonien supérieur) de Trets et de Fuveau.

d) Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — *Seine* et *Seine-et-Oise*. La calcite cristallisée se trouve en grande quantité dans l'éocène du Bassin de Paris. Peu abondants et rarement beaux dans la partie inférieure du système, les cristaux abondent au contraire dans les assises du lutétien supérieur, désignées sous le nom de *caillasses*. Les alternances de marnes, de calcaires et de gypse, qui constituent ce niveau, ont subi sur le bord de la vallée

de la Seine des transformations chimiques modernes, dont les détails seront exposés dans l'étude du gypse. Dans un grand nombre de localités et notamment à Paris même, les lits et les cristaux de gypse ont disparu et sont remplacés par des agrégats miarolitiques de cristaux de calcite, de quartz, avec parfois lutécite, fluorine, célestite, etc. La calcite ainsi produite est jaune clair et se présente invariablement sous forme de rhomboèdres inverses, souvent libres, n'atteignant que rarement plus de 2 millimètres ; le rhomboèdre e^1 $(02\bar{2}1)$ se rencontre fréquemment, mais j'ai observé fort souvent aussi, des rhomboèdres plus aigus ; $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$ et $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$; leurs faces sont rarement planes, elles sont d'ordinaire ondulées, comme corrodées (Vanves).

Ce sont des rhomboèdres du même genre qui épigénisent de grandes lentilles de gypse à Vaugirard, Neuilly, etc.

La collection du Muséum renferme, avec l'indication vague de carrière au sud de Paris, de jolis échantillons constitués par des groupes en chou-fleur de petits rhomboèdres $e^{8/7}$, sur lesquels sont implantés irrégulièrement des cristaux plus petits de la même forme. Ils rappellent ceux des grottes de Dargilan et les groupements cristallitiques de sel gemme allongés suivant un axe ternaire représentés par les fig. 8 à 10 des pages 754 et 755 du tome II.

La *calcite farineuse* est fréquente dans les cavités du calcaire grossier (lutécien) et du bartonien. Elle constitue des masses cotonneuses, épaisses parfois de plusieurs centimètres à Nanterre (*tripoli de Nanterre*) : elle abonde aussi dans les carrières bordant la Bièvre sous Bicêtre ; dans les géodes de calcite des caillasses (Paris, abattoirs de Vaugirard), elle constitue de petits agrégats cotonneux ressemblant à des chrysalides de papillon.

M. Ungemach m'a signalé un échantillon, indiqué dans sa collection comme provenant de Nanterre ; il consiste en cristaux jaunes de vin (1 cm.) présentant la combinaison $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ e^1 $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (fig. 153) ; C'est là une forme tout à fait exceptionnelle dans le Bassin de Paris et que je n'y ai personnellement jamais observée.

Fig. 153.
Calcite de Nanterre (?).

Seine-et-Marne et *Marne*. Le calcaire ludien de Champigny renferme de nombreuses cavités, recouvertes par de la calcédoine et du quartz,

dont les cristaux sont parfois eux-mêmes saupoudrés de petits rhomboèdres e^1 de calcite, à faces très ondulées ; de gros cristaux de la même forme se trouvent aussi dans des cavités à surfaces mamelonnées de calcaire brunâtre concrétionné.

La calcite farineuse se rencontre dans les fentes du calcaire de ce gisement. A Veneux-Nadon près Moret, des cristaux e^1 sont jaunes d'or et de grande taille. Ils reposent directement sur le calcaire.

Aisne. La sablière de Crouy près Soissons (bartonien) renferme des géodes de calcite jaune d'or de la grosseur du poing ; elles sont tapissées de cristaux e^1.

Les sables yprésiens de Coucy-le-Château renferment des nodules calcaires, atteignant un décimètre de diamètre ; ils sont constitués par de la calcite translucide, jaune d'or, à clivages courbes ; ce sont des rhomboèdres inverses plus aigus que e^1, mais indéterminables ; les pointements montrent l'existence des groupements à axes imparfaitement parallèles, qui donnent à l'extérieur de ces nodules l'aspect de ceux de marcassite représentés par la fig. 17 (p. 653, tome II).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le poudingue de Palassou (ludien) des environs de Pau est en grande partie composé par des blocs calcaires, arrondis, cimentés par de la calcite. Ce ciment présente parfois de grandes cavités, que tapissent d'admirables cristaux. Ceux-ci d'un blanc éclatant, transparents, constituent des géodes, qui font l'ornement des collections.

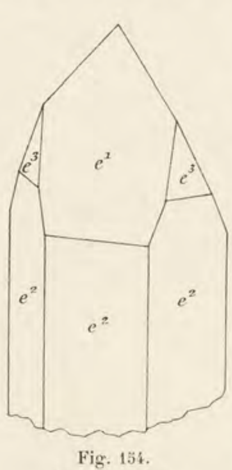


Fig. 154.
Calcite de Pau.
Forme commune.

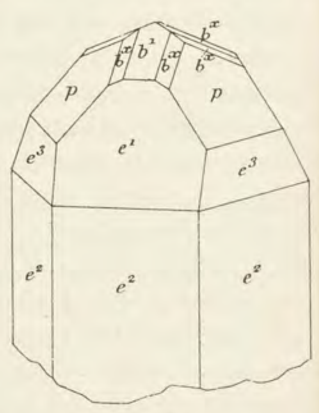


Fig. 155.
Calcite de Pau.
Forme commune.

J'en ai examiné un assez grand nombre que j'ai recueillis sur les coteaux de Jurançon ou qui proviennent du Vignal en Gelos et de Pau : je dois ces derniers à M. de Gramont. Les cristaux de Pau et ceux de Guindalos en Jurançon sont les plus nets, d'une limpidité admirable.

Ils sont à rapporter à deux types : 1° la plupart d'entre eux sont caractérisés par la prédominance de e^1, à faces remarquablement brillantes, associé à e^2, à faces ondulées ; e^3 (fig. 154) et p sont en outre très fréquents ; souvent le sommet de e^1 est remplacé par b^1, associé à des scalénoèdres b^x (fig. 155), très striés, donnant au goniomètre une série continue d'images. Ces cristaux rappellent beaucoup par leur aspect certains de ceux de Couzon, décrits page 487.

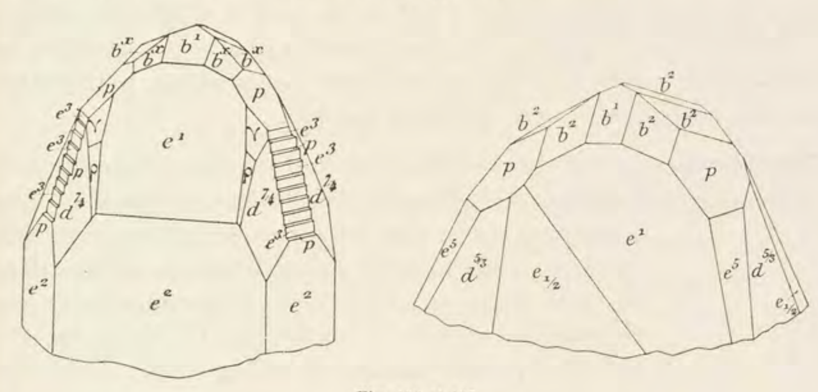


Fig. 156 et 157.
Calcite des environs de Pau.

Fréquemment l'arête culminante de e^1, au lieu d'être occupée par une face p continue, est remplacée par des facettes en escaliers, constituées alternativement par p et e^3 (fig. 156). Les formes précédentes se compliquent parfois par la présence de quelques scalénoèdres, plus ou moins développés, et en particulier de $d^{7/4}$ $(7.4.\overline{11}.3)$, oscillant vers $d^{17/9}$ $(17.9.\overline{26}.8)$; enfin j'ai observé des facettes très petites, mais fort brillantes des scalénoèdres ρ $(25\bar{7}3)$ et γ $(35\bar{8}4)$, (fig. 156) ; ces deux formes formant zone avec p sont rarement complètes sur un même cristal.

Je signalerai un cristal formé de e^1 p e^5 $(20\bar{2}1)$, avec une face $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, accompagnée d'une large face d'un scalénoèdre nouveau plus rapproché de e^1 que $e_{1/2}$ et très voisin de celui-ci. Cette face est malheureusement trop ondulée pour permettre de fixer exactement son symbole ; la figure 157 a été dessinée en lui supposant la notation $e_{1/2}$.

2° Ces cristaux, plus rares que les précédents, sont caractérisés par la prédominance de d^2 et l'extrême réduction de e^1 ; ils sont terminés

par p b^1 et des scalénoèdres courbes b^x ; à signaler en outre quelques formes intéressantes : d^4 $(41\bar{5}3)$ et d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3)$, $e_{1/2}$, fournissant de bonnes mesures, et enfin entre e^1 et d^2 une série de scalénoèdres arrondis, parmi lesquels l'existence de ρ $(25\bar{7}3)$ et de π $(4.8.\bar{1}\bar{2}.5)$ peut être considérée comme établie.

Les marnes lutéciennes de la Côte des Basques, à Biarritz, sont traversées de veines de calcite, formées par des rhomboèdres aigus, implantés perpendiculairement aux parois ; ils sont à rapporter tantôt à e^1, à faces nettes, et tantôt à des rhomboèdres plus aigus, groupés en grand nombre à axes parallèles pour former des cristaux polysynthétiques sur lesquels se voient quelques faces d^2.

Corbières. — *Aude.* Les calcaires ludiens (carcassien de Leymerie), de Villeneuve-la-Comptal et du Mas-Saintes-Puelles, à l'Ouest de Castelnaudary, ainsi que les fentes des grès qui les surmontent, renferment de jolis cristaux de calcite, dans lesquels Haüy a trouvé pour la première fois son rhomboèdre cuboïde $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ [fig. 15 (Haüy, *op. cit.*, fig. 9)], parfois associé à e^2 [fig. 158 (Haüy, *op. cit.*, fig. 50)] ; les cristaux, qui se trouvent dans sa collection, sont jaunes.

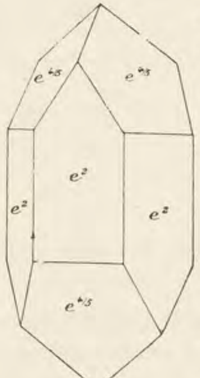


Fig. 158.
Calcite des environs de Castelnaudary.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne.* De belles géodes se rencontrent dans les carrières de Dolifé, au Nord-Ouest d'Avignon (calcaires du niveau de Mas Saintes-Puelles). Elles sont tapissées d'un nombre considérable de petits cristaux, présentant la combinaison d^2 p $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, avec un ou deux rhomboèdres inverses, plus aigus que e^1, ayant pour symbole $e^{12/17}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$ et $e^{31/32}$ $(0.21.\bar{2}\bar{1}.11)$.

Plateau Central. — *Tarn.* Les calcaires marneux, lutéciens, à 1 km. E. N. E de Castres renferment des concrétions calcaires globuleuses ou cylindriques de calcite fibreuse, avec centre lamellaire, citées par les minéralogistes du XVIIIe siècle sous le nom de priapolithes ou de melons du Sidobre.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Les calcaires nummulitiques de Barcelonnette renferment d'assez beaux cristaux de calcite de la forme b^1 e^2, généralement peu allongés suivant l'axe vertical.

Alpes-Maritimes. Les calcaires éocènes des environs de Menton et

notamment ceux qui se trouvent à la frontière italienne et à quelques centaines de mètres au delà de celle-ci, à Vintimille (Rochers rouges), sont creusés de cavernes, célèbres par les fouilles qu'y ont faites les préhistoriens. Celles-ci ont mis à découvert des fentes remplies d'argile et tapissées d'énormes scalénoèdres d^2, souvent maclés suivant a^1 et présentant de petites facettes e^2 et e^1.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Les calcaires d'eau douce, éocènes, de Luynes, renferment des cristaux offrant la combinaison b^1 e^1 d^2 e^2 ; la même formation présente au quartier de Montaignef, près Aix, des masses d'albâtre blond grossier, creusées de géodes où se voient parfois des pointements distincts e^1 ou $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

Algérie. — *Constantine*. M. Groth a signalé l'existence dans la collection de Strasbourg d'un cristal d^2 encapuchonné de calcite, indiqué comme provenant de Philippeville ; ses couches successives peuvent se détacher, comme cela a lieu parfois dans les cristaux de quartz. Il provient sans doute des assises liguriennes.

Oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine* et *Seine-et-Oise*. Les marnes vertes supragypseuses renferment en abondance des nodules calcaires, d'un gris verdâtre (souvent confondus avec la célestite, qui se trouve au même niveau), parfois traversés par des fentes de retrait, que tapissent de petits cristaux limpides de calcite. J'ai observé d^2 dominant, avec ou sans e^1, dans des échantillons de Montreuil-sous-Bois (*Seine*), de Livry-la-Garenne (*Seine-et-Oise*). Les grands cristaux de gypse des marnes vertes d'Argenteuil sont plus ou moins complètement pseudomorphisés en calcite.

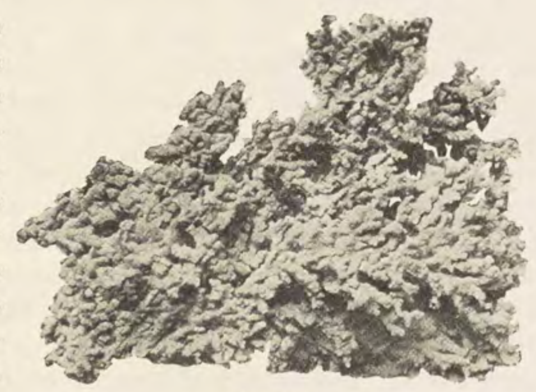


Fig. 159.
Concrétions calcaires imprégnant des grains de sable. Bellecroix.

Seine-et-Marne. La partie supérieure des sables tongriens (stampiens) de Fontainebleau (sables d'Ormoy) renferment les curieux cris-

taux, qui se trouvent dans toutes les collections et que l'on désigne encore quelquefois sous le nom impropre de grès cristallisé de Fontainebleau, bien que Romé de l'Isle, dès 1774 (*Catalogue des curiosités naturelles de M***.* Paris 1774. 208), ait montré leur véritable nature ; leur gisement a été étudié l'année suivante par de Lassonne (*Hist. Acad. sciences*, 1775). Ils ont été souvent décrits depuis et notamment par Delesse (*Z. d. d. g. G.* 1853. 600), Breithaupt (*Berg. u. Hüttenm. Zeitsch.* 1861), Anger (*Tschermak's. Mitt.* 1875. 156).



Fig. 160.
Groupe de rhomboèdres e^1, englobant des grains de sable. Bellecroix. (*Réduction au cinquième.*)

Ces cristaux se rencontrent dans le quartier de la forêt, appelé Bellecroix, au rocher Germain. Le sable y est par places agglutiné par de la calcite, soit en roche compacte, soit en concrétions présentant des formes globulaires ou coralloïdes des plus variées (fig. 159). On rencontre parfois des poches remplies de sable pulvérulent ; leurs parois sont tapissées de cristaux, qui se trouvent aussi et souvent en grand nombre, isolés en individus absolument parfaits, ayant invariablement la forme du rhomboèdre e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 16). Souvent aussi, ces cristaux se groupent pour former de magnifiques assemblages, atteignant plusieurs décimètres dans toutes les dimensions, comme les beaux spécimens de la collection du Muséum (fig. 160). Les cristaux, qui terminent ces groupements, sont soit parfaitement nets, soit constitués par des interpénétrations à axes plus ou moins parallèles d'un grand nombre d'individus (fig. 161), soit enfin formés par des enchevêtrements sans régularité.



Fig. 161.
Groupement à axes parallèles de rhomboèdres e^1. Bellecroix. (*Grandeur naturelle.*)

Les cristaux de ce gisement peuvent atteindre individuellement 6 centimètres suivant l'axe vertical.

Dans une lame mince taillée dans l'un de ces cristaux, on voit un grand nombre de grains de quartz, à orientation quelconque, englobés par une plage de calcite à orientation uniforme : c'est un type de structure pœcilitique. Au point de vue de la structure intime et de l'origine, ces cristaux sont donc comparables à ceux de gypse du Souf algérien ayant englobé du sable : d'après les analyses de Delesse (*op. cit.*) la proportion du sable quartzeux englobé varie de 57 à 83 0/0, dans les cristaux étudiés par lui.

Les échantillons, qui ont été laissés à la pluie, présentent des faces ternes s'arrondissant par suite de la dissolution de la calcite et de la mise en liberté des grains de quartz, que cette dernière ne consolide plus.

On trouve parfois dans ce gisement des cristaux de calcite limpides, dépourvus d'inclusions, et d'autres offrant tous les passages aux individus riches en grains de quartz.

De la calcite, offrant la même structure que celle de Fontainebleau, se rencontre [1] à Étampes (masses concrétionnées), aux environs de Nemours, à Lorrez-le-Bocage, etc.

Les calcaires blancs sannoisiens (Calcaire de Brie) de Valvins, près Fontainebleau, sont assez riches en géodes, tapissées de gros cristaux hyalins de calcite, dans lesquels e^1 domine, avec parfois de petites facettes du rhomboèdre p et du scalénoèdre d^2. Ces cristaux présentent de profondes figures de corrosion.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne*, *Lot-et-Garonne*. Les poches à phosphorite du Quercy, creusées dans les calcaires jurassiques, renferment fréquemment des cristaux de calcite de formation contemporaine de leur remplissage. J'ai vu notamment de gros cristaux trouvés dans ces conditions à Caylus (*Tarn-et-Garonne*) (e^1), à Bach (*Lot*), macles suivant a^1 de cristaux d^2 b^1 e^2, avec de petites facettes linéaires e^1 : quelques gisements ont fourni des cristaux de calcite (e^1 b^2) transformés en phosphorite.

Aquitaine. — *Gironde*. Les calcaires à astéries du tongrien supérieur, exploités dans les carrières des environs de la Roque près Cadillac, renferment des géodes de cristaux jaunes, fragiles, constitués par le rhomboèdre aigu $e^{4/3}$ ($07\bar{7}2$) dont les faces sont très ondulées.

1. J'ai reçu de Madagascar un échantillon provenant de 6 km. au Nord de Bekopaka ; il est constitué par un clivage de calcite mesurant 8 cm. de plus grande dimension et englobant du sable quartzeux blanc ; il est semblable au minéral de Fontainebleau ; je n'ai pas de renseignements précis sur l'âge du gisement, qui est peut-être crétacé.

Dordogne. Dufrénoy a signalé (*op. cit.* II. 293. 1856), dans les sables de Bergerac, des cristaux e^1 de calcite, englobant des grains de quartz comme ceux de Fontainebleau[1].

Languedoc. — *Hérault*. Les calcaires éogènes (probablement oligocènes), s'observant à 5 ou 6 kilomètres au nord de Montpellier, renferment des géodes de calcite, qui contiennent des cristaux très transparents, lâchement unis, parmi lesquels domine e^1, aux faces très brillantes, avec figures de corrosion clairsemées, mais remarquablement nettes (fig. 162); les arêtes culminantes sont arrondies par des scalénoèdres souvent indéterminables, mais parmi lesquels $e_{3/2}$ (14$\bar{5}$3) est parfois distinct. On observe aussi çà et là de petites facettes d^2.

Fig. 162.
Figures de corrosion sur une face e^1 de calcite des environs de Montpellier. (*Grossissement de 10 diamètres.*)

Cévennes. — *Gard*. Les conglomérats calcaires aquitaniens des environs d'Alais renferment, au vallon de Maupas près Mazac en Saint Privat-des-Vieux, un filon de calcite de 5 à 6 mètres d'épaisseur, qui a fourni des rhomboèdres de clivage, transparents et presqu'aussi limpides que le spath d'Islande. Ce gisement renferme aussi de très gros rhomboèdres inverses, plus aigus que e^1, à faces courbes et indéterminables.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Les marnes verdâtres oligocènes du Velay sont traversées par des veinules de calcite, renfermant parfois de jolis cristaux nets de ce minéral. Ils sont particulièrement abondants à Farges, à Cussac et à la Chaux-du-Fay près Brioude, à Fay-le-Triouleyre en Le Monteil, etc.

La forme la plus commune est le scalénoèdre d^2, avec traces de e^1 ou de b^1 (Cussac, Fay-le-Triouleyre) ; on trouve aussi p b^1 (Fay-le-Triouleyre).

1. Il cite aussi des cristaux du même genre dans les landes de Bayonne (*Basses-Pyrénées*).

C'est probablement des parties gréseuses de ces marnes que provient un échantillon de Farges, conservé dans la collection du Muséum. Il est formé par la combinaison de e^1, avec le rhomboèdre très aigu, $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ (fig. 163).

Je dois à l'obligeance de M. Boule de curieux globules de calcite de la grosseur d'un grain de raisin, se réunissant parfois en grappes volumineuses pour former une couche continue à Grenier-Montgon (deuxième tournant de la vieille route de Massiac à Lempdes). Ces globules, d'un gris verdâtre, sont fragiles ; ils possèdent une structure fibreuse du centre à la périphérie, avec nombreuses courbes de retrait.

Fig. 163.
Calcite de Farges.

Puy-de-Dôme. Les cristaux de calcite sont assez fréquents dans les calcaires marneux oligocènes de la Limagne ; ceux des gisements suivants méritent une mention spéciale à cause de leur beauté :

Le Puy Saint-Romain, le Puy Corent, Saint-Amand Tallende, Authezat.

Haüy a cité la combinaison e^1, b^1 et $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ au Puy Corent (fig. 164 et 15).

Ces cristaux se rapportent à deux types ; le premier et le plus caractéristique est constitué par des rhomboèdres jaunes, variant du jaune paille au jaune vineux très foncé (Puy Saint-Romain). Le rhomboèdre e^1 est très fréquent, surtout dans les cristaux dépassant un centimètre, qui s'associent souvent pour former des groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, qui sont plus ou moins tordus.

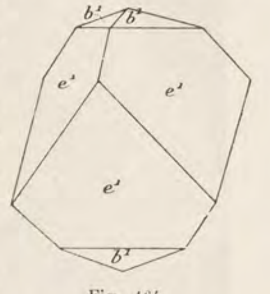


Fig. 164.
Calcite du Puy Corent.

Les cristaux de ces gisements sont souvent cités comme exemples du cuboïde d'Haüy ; en réalité, dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés, $e^{4/5}$ est parfois remplacé par des formes voisines ; j'ai rencontré entre autres $e^{6/5}$ et $e^{17/25}$, sur de gros cristaux fournissant de bonnes mesures au voisinage du sommet, qui est plan, mais oscillant dans leur partie inférieure, jusqu'à $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$.

Ces rhomboèdres portent d'ailleurs très souvent de fines stries parallèles à leur diagonale horizontale, qui rendent la mesure de

l'angle culminant assez indécise. Quelques cristaux portent de petites facettes p ; celles-ci sont rarement complètes, ce qui peut faire supposer qu'elles sont dues à des clivages.

Ces cristaux tapissent des cavités irrégulières du calcaire ou bien

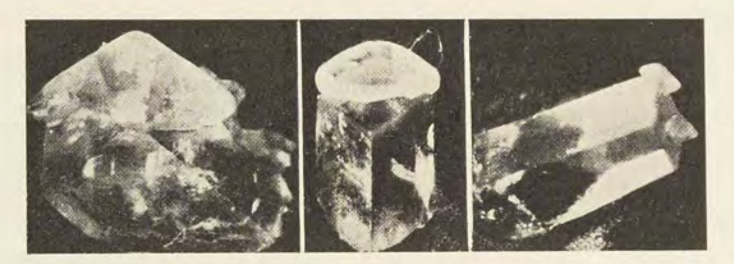


Fig. 165 à 167.
Petits cristaux blancs de calcite, groupés sur cristaux jaunes allongés suivant une arête culminante. Puy Saint-Romain (*Grossissement trois diamètres.*)

des vides parallèles au délit de la roche ; à Saint-Romain, ils sont parfois accompagnés de barytine. Les géodes de ce genre sont souvent de très grande taille et parfois si rapprochées les uns des autres que certains échantillons sont en réalité constitués par des lits parallèles de cristaux, séparés les uns des autres par des lits marneux n'ayant pas plus d'un millimètre d'épaisseur.



Fig. 168.
Groupement de cristaux de calcite du Puy Saint-Romain.

Le second type se trouve parfois en gros cristaux dans des géodes distinctes, il est plus souvent implanté sur le premier type, contrastant par l'aspect terne et laiteux, par la couleur blanche de ses cristaux, avec le vif éclat et la belle couleur jaune de leur support cristallin. Ces cristaux sont constitués par b^1 (dominant), accompagné de rhomboèdres aigus inverses à faces bombées, qui vont de e^1 à e^2. Beaucoup de ces cristaux sont composites et formés par un grand nombre d'individus de même forme, s'entrepénétrant ou s'enfilant suivant leur axe vertical.

Exceptionnellement, on trouve des rhomboèdres à faces brillantes, mais très profondément cannelées et ayant subi une évidente corrosion.

Les cristaux de ce second type sont parfois orientés sur les rhomboèdres jaunes ; j'en ai trouvé des exemplaires de grande taille (2 cm.) ayant à leur centre un rhomboèdre e^1 jaune (Puy-St-Romain). Une mention spéciale est due à de petits cristaux jaune pâle, provenant du même gisement ; ils sont allongés suivant une arête culminante et coiffés d'un petit cristal blanc, e^1 (ou un rhomboèdre voisin à faces courbes et raboteuses) terminé par b^1, très cannelé et se prolongeant sur les arêtes du rhomboèdre jaune par des escaliers dus à la répétition de p : il existe en outre de petites facettes brillantes $e_{1/2}$, e^2, d^2. Ces cristaux, très irréguliers de forme, sont comme moulés sur le sommet de leur support (fig. 165 à 168) ou plus rarement implantés par une des faces rhomboédriques.

M. Giraud m'a signalé comme fournissant des rhomboèdres aigus les gisements suivants, dont je n'ai pas vu d'échantillons : Saint-Dierry-la-Bataille (dans arkose et calcaire avec barytine), les Pradeaux près Issoire.

C'est d'un gisement de la Limagne que provient la combinaison b^1 γ $(35\bar{8}4)$, citée par Haüy (*op. cit.* fig. 26), comme ayant été trouvée près de Clermont (fig. 169). L'échantillon original de sa collection a pour gangue un calcaire jaune, très compact; je l'ai soumis à M. Giraud, qui a spécialement étudié la stratigraphie de cette région ; il l'a assimilé à un calcaire spathique (à *Cypris*) du stampien inférieur, qui n'existe qu'aux environs de Champeix (Ludesse, le Thuel, Puy-de-Lavelle, Saint-Floret), région où il a vu lui-même, sans les recueillir, de nombreux cristaux de calcite.

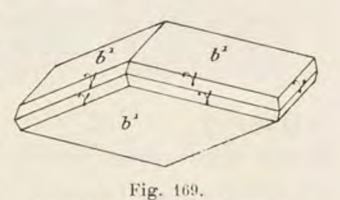


Fig. 169.
Calcite des environs de Clermont.

Des cristaux b^1 (avec ou sans e^x, oscillant vers e^2, peu développé) se trouvent à Mirefleurs, à Mauzun et Marolles près Billom.

Enfin il me reste à signaler de beaux cristaux (3 cm.) $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ e^1, que j'ai trouvés récemment dans une vieille collection, avec la mention « Limagne », sans indication plus précise.

Alsace. — M. Ungemach m'a signalé dans les calcaires de Brunstatt, près Mulhouse, la combinaison $d^2 e^3$, dans ceux de Riedisheim de très gros cristaux (10 cm.) de la forme : d^2 (dominant) $b^1 e^3$, avec divers scalénoèdres courbes de la zone d^2 e^1.

Miocène.

Corbières. — *Hérault.* M. Collot m'a signalé dans les calcaires d'eau douce miocènes de Magalas des cristaux de la forme b^1 e^1 $e^{9/5}$ (0.14.$\bar{1}\bar{4}$.1), avec parfois de petites facettes d^2.

Bassin du Rhône. — *Drôme.* La molasse de Saint-Paul-Trois-Châteaux renferme des masses bacillaires de calcite, formées par des cristaux, lâchement unis et pouvant être détachés sous forme de grandes baguettes de plusieurs centimètres de longueur que termine le rhomboèdre $e^{7/5}$ (04$\bar{4}$1).

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai recueilli de beaux et nombreux cristaux de calcite (e^2 b^1, raccourcis ou allongés suivant l'axe vertical) dans les calcaires argileux d'Augmontel près Mazamet, exploités dans des carrières situées sur la route de Castres.

Algérie. — *Alger.* Le miocène inférieur de Tizi-Ouzou est traversé par des veinules de calcite spathique, dans lesquelles se trouvent des géodes, tapissées de cristaux lenticulaires b^1.

Pliocène et pleistocène.

Quercy. — *Lot, Tarn-et-Garonne.* Des poudingues calcaires de Sainte-Marie, près Aiguillon, sont cimentés par de la calcite renfermant des géodes, que tapissent de beaux rhomboèdres e^1 limpides.

Bassin du Rhône. — *Rhône.* Les galets des alluvions interglaciaires de Beaunan, près Lyon, sont localement cimentés par des croûtes de cristaux de calcite implantés perpendiculairement aux parois ; ce sont des rhomboèdres inverses, plus aigus que e^1, à faces courbes, qui paraissent appartenir à $e^{8/7}$ (05$\bar{5}$2).

Algérie. — *Alger.* Les carrières du Hamma, à Mustapha (Alger), ouvertes dans la molasse calcaire, ont fourni de très beaux échantillons de calcite. Ceux que je dois à M. Flamand sont constitués par des rhomboèdres aigus $e^{3/2}$ (05$\bar{5}$1) (fig. 170) ou par des baguettes très cannelées, que terminent des pointements du rhomboèdre $e^{3/2}$, oscillant avec d'autres de plus en plus aigus ; le plus souvent ces baguettes sont lâchement unies et supportent un grand nombre de cristaux de même forme, mais beaucoup plus petits, qui parfois remplissent entièrement leurs intervalles. Ces masses cristallines de calcite s'émiettent facilement sous la pression du doigt. Elles présentent une grande analogie avec les formations très cris-

tallines se produisant dans les bassins de cristallisation des grottes, dont il va être question plus loin.

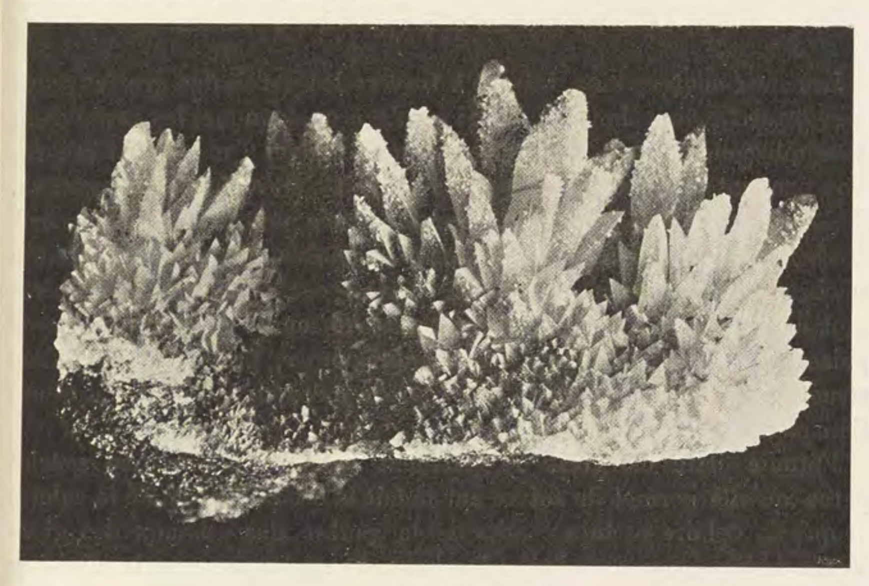


Fig. 170.
Rhomboèdres aigus inverses ($e^{3/2}$), eux-mêmes recouverts irrégulièrement de cristaux plus petits, sur calcaire pliocène des carrières du Hamma, Alger. (*Grandeur naturelle.*)

Souvent ces rhomboèdres ont leurs faces remplacées par une gouttière à surface striée : il semble qu'ils résultent alors du groupement, symétrique par rapport à d^1 $(11\bar{2}0)$, de scalénoèdres très aigus (fig. 171).

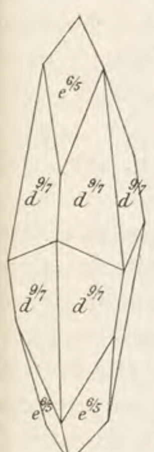


Fig. 172.
Calcite d'Alma.

La collection du Muséum possède depuis fort longtemps des échantillons de calcite, étiquetés carrière des Platanes à Alger, et présentant les mêmes caractères que ceux qui viennent d'être décrits. Ils ont été recueillis dans les mêmes conditions. Le nom de cette carrière n'est plus connu actuellement à Alger.

Fig. 171.
Section parallèle à la base des cristaux représentés par la fig. 170.

Les pectens du pliocène d'Alma, près Alger, sont parfois creusés de géodes, que tapissent des scalénoèdres aigus $d^{9/7}$ $(9.7.\overline{16}.2)$, terminés par le rhomboèdre courbe $e^{6/5}$ $(0.11.\overline{11}.14)$, oscillant, jusqu'à $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ (fig. 172).

Période actuelle.

a) Dans les grottes et les galeries de mines.

Les eaux souterraines, filtrant à travers les parois des grottes creusées naturellement dans les calcaires d'âge quelconque, les recouvrent d'enduits concrétionnés de calcite et plus rarement d'aragonite fibreuse, d'où pendent souvent des stalactites et d'où s'élèvent des stalagmites. Stalagmites et stalactites se rejoignent parfois pour donner naissance à des colonnes, dont les formes étranges et parfois grandioses ont rendu célèbres de nombreux gisements. Quand ces concrétions calcaires sont à fibres suffisamment serrées, et forment des masses assez puissantes, elles constituent des *marbres onyx*, présentant la même structure que ceux résultant des sources thermales, dont il est question page 540.

J'étudie cette catégorie de gisement dans un paragraphe spécial parce qu'elle permet de suivre sur le fait la cristallisation de la calcite et qu'elle éclaire certains traits de la genèse des cristaux des gisements sédimentaires étudiés plus haut. Je répète ici que la division que j'ai adoptée est destinée simplement à faciliter mon exposé; certains des gisements passés en revue dans les pages précédentes pourraient être aussi bien traités ici.

Les innombrables variétés de stalactites peuvent, au point de vue structurel, se grouper autour de plusieurs types, dont les différences s'expliquent par les variations des conditions physiques, dans lesquelles s'est effectuée la cristallisation du carbonate de calcium dissous dans l'eau, chargée d'anhydride carbonique.

1° *Stalactites fistuleuses*. C'est le type le moins cristallin, celui qui prend naissance quand l'évaporation est très rapide.

Le mécanisme de la production de ce genre de stalactites peut être facilement étudié sous les arches des ponts, sous les tunnels et les aqueducs, dans certaines galeries de mines, etc. Une goutte d'eau chargée de carbonate de calcium vient perler à la surface d'une paroi rocheuse. Quand sa masse est suffisamment grande, elle tombe, mais si le phénomène est assez lent, l'évaporation peut se produire et il se forme à la surface du rocher un petit bourrelet de calcite. Une seconde, une troisième, une infinité de gouttes viennent successivement perler à la surface de cette petite protubérance, l'accroissent

sans cesse et la transforment bientôt en un tube cylindrique creux, constitué par des écailles concentriques, un peu visqueuses, à l'état frais, friables une fois leur dessiccation effectuée. Ces tubes peuvent atteindre 1 centimètre de diamètre et 50 ou 60 centimètres de longueur ou même davantage, si un accident ou leur propre poids ne les fait se briser. Les gouttes d'eau en tombant sur la paroi inférieure de la caverne déterminent par un mécanisme analogue la formation de sta-

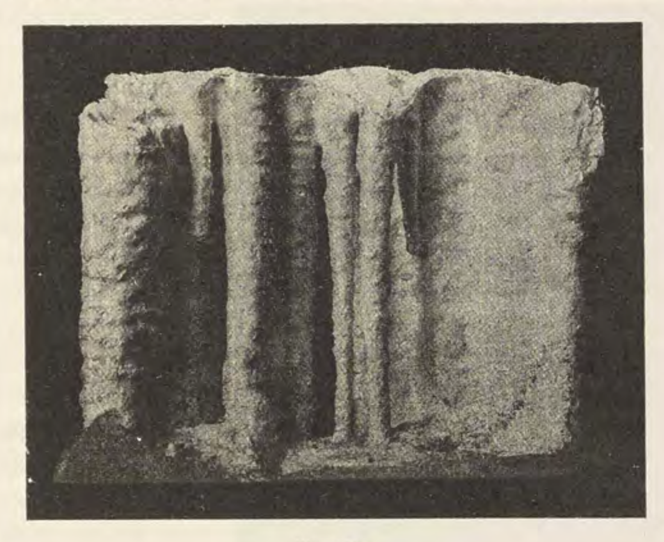


Fig. 173.
Stalactite calcaire de l'aqueduc de Maintenon.
(*Réduction au quart.*)

lagmites, grâce à la cristallisation du carbonate de calcium, qui n'a pas été retenu par la stalactite. Les stalagmites ont le plus généralement une forme évasée, arrondie et mamelonnée, moins régulière que celle des stalactites.

L'examen microscopique montre que les unes et les autres sont constituées par de la calcite cryptocristalline, sans orientation géométrique.

La figure 173 reproduit la photographie d'un bel échantillon de calcite stalactiforme, formé dans l'aqueduc de Maintenon (*Eure-et-Loir*). Des productions de ce genre, d'une blancheur éclatante, s'y accumulent rapidement et peuvent fournir d'intéressants éléments d'étude.

Dans une vieille carrière de Tramayes (*Saône-et-Loire*) ont été trouvées, il y a quelques années, des masses papyracées, friables, de calcite, ayant une semblable structure, mais elles sont formées de lits horizontaux parallèles.

Dans la profondeur du sol, là où l'évaporation est nécessairement plus lente et la diminution de pression moins brusque, la cristallinité des stalactites devient plus grande et c'est alors que se produisent les types suivants.

2° *Stalactites cristallines tubulaires.* Ce type est le moins fréquent de tous à l'état de pureté théorique : Haüy en a décrit (*op. cit.*) la forme la plus commune. Quelques gisements français en fournissent de bons exemples.

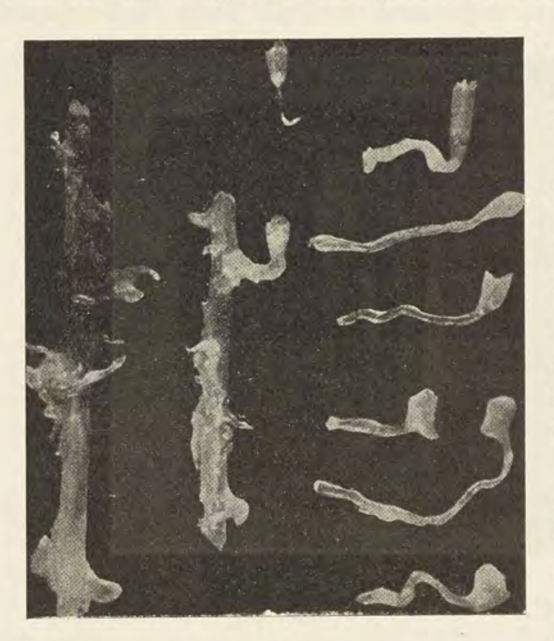


Fig. 174.
Stalactites cristallines tubulaires (*à gauche*) et stalactites filiformes (*à droite*). Grotte d'Engihoul (*Belgique*).

Ces stalactites, qui peuvent dépasser un mètre de longueur, sont tout d'abord constituées par des tubes creux, qui paraissent formés par un cristal unique (fournissant des clivages nets) limité par une surface cylindrique. Elles sont en réalité, le plus souvent, constituées, non par un seul cristal, mais par des cristaux, groupés en grand nombre à axes parallèles; la disposition de ceux-ci n'est pas toujours la même ; tantôt ils sont enfilés suivant l'axe vertical et tantôt ils sont empilés parallèlement à une face rhomboédrique (généralement e^1 ou p). La surface de ces stalactites est quelquefois lisse, mais souvent elle présente des stries et des nodosités, que limitent des faces brillantes. Parfois elles sont terminées par un pointement rhomboédrique aigu. Il n'est pas rare de trouver de semblables stalactites, pourvues de plusieurs pointements rhomboédriques, plus ou moins parallèles ; elles proviennent alors de la coalescence de plusieurs stalactites semblables.

L'orientation des individus élémentaires ne se produit pas toujours à axes rigoureusement parallèles, fréquemment on constate de petites

déviations, effectuées toujours dans le même sens et conduisant à des formes bizarres, courbes, branchues, qui donnent à l'ensemble l'aspect d'un cristal tordu et fourchu (fig. 174). C'est le cas pour de petites stalactites constituées par des fils souvent très grêles, contournés, noués, terminés par de petites clochettes et qui cependant donnent par leur rupture un clivage net et unique : ces formations tapissent les parois rocheuses, qui semblent alors revêtues d'une élégante végétation.

Le mode de formation de ces stalactites est le même que pour le type précédent, mais, dès l'origine, la calcite s'est déposée avec une orientation géométrique unique, qui détermine celle de l'édifice ultérieur tout entier et contrebalance parfois l'action de la pesanteur, de sorte que l'axe de la pièce n'est pas dirigé de haut en bas. Tant que celle-ci est en voie d'accroissement, le cristal cylindrique reste ouvert à son extrémité inférieure, mais si le tube s'oblitère pour une cause quelconque, il se ferme par un pointement cristallin. La paroi vient-elle à céder, en quelques points, il se forme latéralement une protubérance, à forme souvent bizarre, dont la pointe est tournée soit en bas, soit en haut, suivant la forme de la blessure ; les excroissances de ce genre sont, elles aussi, creusées d'un canal et possèdent la même orientation géométrique que leur support.

Le ruissellement extérieur modifie par engraissement irrégulier et déforme ainsi ces stalactites, qui sont souvent plus ou moins transparentes. Quand elles se brisent naturellement ou artificiellement, elles peuvent continuer à s'accroître, leur extrémité pouvant se garnir alors de prolongements cristallitiques ou se cicatriser normalement. Lorsqu'une stalactite tubulaire se ferme à son extrémité inférieure, ou bien elle reste creuse, ou bien son canal central s'obture peu à peu, par dépôt de calcite ; celle-ci est orientée comme la pièce, mais devient souvent laiteuse au lieu d'être transparente ou translucide, comme le tube initial.

Il est vraisemblable que les stalactites de même structure cristalline, mais dépourvues d'un canal central se produisent par un mécanisme comparable.

Au moment de la mise en page de cette feuille, j'ai eu connaissance de deux intéressants mémoires consacrés, l'un à la description de la grotte Rosée, à Engihoul près Engis, aux environs de Liège [*Belgique*] (Cosyns. *Revue Université Bruxelles*. 1907), l'autre, consacré à une importante monographie des stalactites du même gisement (Prinz, *Les cristallisations des grottes de Belgique*, Bruxelles, 1908). L'un des auteurs

M. Cosyns, a bien voulu me donner plusieurs échantillons de cette localité et me remettre les deux photographies, reproduites ci-contre, représentant, l'une (fig. 174) des fils contournés semblables à ceux

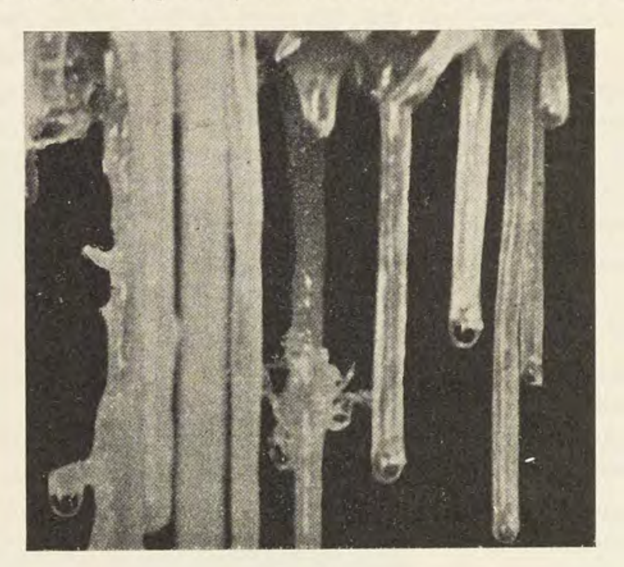


Fig. 175.
Gouttes d'eau à l'extrémité de stalactites tubulaires en voie de formation. Grotte d Engihoul [*Belgique*].

signalés plus haut ainsi que des stalactites tubulaires et l'autre (fig. 175) des gouttes d'eau suspendues à des stalactites tubulaires en voie de formation.

M. Prinz a longuement analysé les formes multiples et le mécanisme de formation de ces stalactites, signalant maintes particularités sur lesquelles, à mon grand regret, je ne puis insister. Dans ce gisement remarquable, les formes géométriques entrant dans la constitution des stalactites sont : e^1, e^3, p et plus rarement d^1, d^2, e^2, $e^{7/5}$.

Fig. 176.
Section d'une stalactite calcaire à structure fibreuse formée autour d'une stalactite tubulaire. Grotte d'Ussat (*Ariège*). (*Réduction de 2/3.*)

3° *Stalactites à structure fibreuse.* Le type le plus commun des stalactites calcaires est fourni par un cône plus ou moins effilé, à surface irrégulière, lisse ou raboteuse ; sa cassure transversale montre d'ordinaire des fibres de calcite, allongées suivant leur axe vertical et implantées normalement à

l'allongement de la stalactite. Il existe souvent au centre de celle-ci un cristal de calcite spathique, dont l'axe ternaire coïncide avec l'allongement de la pièce (fig. 176). L'existence de cette partie centrale a une grande importance, car on peut admettre, comme l'a fait M. Prinz pour les stalactites de ce genre trouvées à Engihoul, qu'à l'origine, celles dont il s'agit ici ont été constituées par des stalactites du type précédent qui, après obturation, ont été revêtues, grâce au suintement extérieur, d'une enveloppe cristalline, dans laquelle l'orientation de la calcite n'a plus été donnée par le cristal central, mais s'est faite perpendiculairement à celui-ci.

Des recherches seraient nécessaires pour établir s'il en est toujours ainsi ou s'il n'est pas possible d'admettre, comme on l'a fait assez généralement jusqu'à présent, que des stalactites, construites d'après le premier type exposé plus haut, puissent, au moins dans certains cas, se transformer en stalactites à structure rayonnée, grâce à un travail moléculaire postérieur.

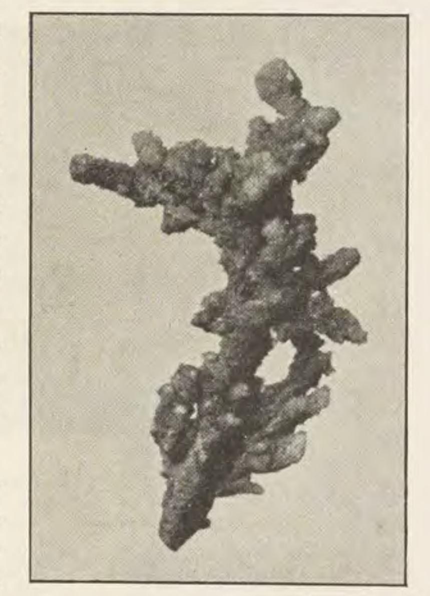


Fig. 177.
Stalactite formée de grappes de petits scalénoèdres de calcite, sans orientation distincte. Rancié. (*Grandeur naturelle.*)

Les individus constituant les fibres sont généralement assez gros pour que leurs clivages soient distincts, mais quand ils sont très menus, leurs clivages peuvent ne plus être visibles et le minéral est souvent pris pour de l'aragonite ; tel est le cas de stalactites, parfois ramifiées, provenant de *Corse* (Brando et Girolata), que j'ai vues dans d'anciennes collections avec cette dénomination inexacte.

4° *Stalactites cristallines sans orientation régulière.* On peut ranger dans ce groupe des stalactites, uniquement formées par des grappes de cristaux d'assez grande taille ou de taille minime, mais distincte, et qui ne présentent aucune des deux dispositions, qui viennent d'être décrites ; la figure 177 est la reproduction d'une stalactite de ce genre trouvée dans la mine de fer de Rancié (*Ariège*).

Enfin, il existe des stalactites à surface irrégulière ou lisse qui sont formées par de la calcite, très cristalline, mais dans lesquelles les cristaux ne sont pas extérieurement distincts : elles diffèrent du premier type en ce que leur cassure est marmoréenne.

Il faut rattacher enfin aux stalactites des formes, souvent étranges, à faciès de draperies, qui, dans les grottes, tapissent parfois de vastes surfaces, et sont constituées par des groupements cristallitiques, très compliqués de cristaux de calcite, parmi lesquels se ren-



Fig. 178.
Calcite cristallitique (*Bergmilch*) de la grotte du Grapelet (*Hautes-Alpes*).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

contrent, comme élément constituant des rhomboèdres composites, analogues à ceux décrits page 500 (fig. 137) et 523 (fig. 171) et qui ont été d'ailleurs probablement formés dans les mêmes conditions.

Pour terminer ce qui concerne la cristallisation de la calcite par suintement d'eau calcaire, il me reste à signaler les agrégats poreux, constituant parfois une sorte de sable grossier, blanc ou jaune clair, craquant sous le pied et, qui se trouvent souvent sur le sol des cavernes (*Bergmilch*, *Montmilch*), englobant des fragments rocheux éboulés des parois ou des ossements ; ils sont formés par des agrégats miarolitiques et réticulés de lamelles rhomboédriques cristallitiques, aplaties suivant une face p et allongées suivant une arête pp. La figure 178 représente la photographie d'un échantillon de ce genre, provenant de la grotte du Grapelet, près Sigottier (*Hautes-Alpes*) : je le dois à l'obligeance de M. Vésignié. J'ai recueilli des échantillons analogues dans la grotte

de Lherm près Foix (*Ariège*) ; ils englobent de nombreux ossements de mammifères et renferment, à l'état de mélange, des traces de brushite.

Enfin, dans les grottes, on rencontre aussi des cristallisations effectuées, non plus par suintement d'eau calcaire, comme dans les cas précédents, mais au milieu de cavités, de vasques, remplies d'eau courante et comparables, par suite, à de grands cristallisoirs. On n'y trouve parfois que des groupements de cristaux indistincts à structure cristallitique, constitués surtout par des rhomboèdres aigus et offrant les apparences les plus curieuses et les plus élégantes ; mais, dans certains cas, il s'y produit aussi de beaux et gros cristaux, ayant une tendance à se grouper en élégantes associations.

On y trouve souvent aussi des cristaux en forme de coupes, de calices creux, limités extérieurement par des faces rhomboédriques planes (généralement e^1, e^3, avec ou sans p) et intérieurement par des facettes cristallitiques : on retrouve dans ces formes curieuses des particularités déjà vues dans les stalactites.



Fig. 179.
Cristal limpide de calcite en forme de calice triangulaire. Le haut de la figure reproduit la cavité du calice ; on y voit des pointements rhomboédriques. (*Grandeur naturelle*.)

Ces formes cristallitiques, creuses ou non, sont fréquemment orientées en grand nombre à axes parallèles, leur partie supérieure, simulant une base, étant disposée suivant un même plan, qui correspond au niveau de l'eau dans les vasques ayant servi de cristallisoirs ; l'interprétation de cristaux de ce genre provenant de gisements français, que je n'ai pas visités moi-même, m'a été facilitée par leur comparaison avec des types analogues observés à Engihoul.

La figure 179 représente en grandeur naturelle un cristal de ce genre, limité par des faces e^1 courbes, correspondant à la partie inférieure d'un cristal, dont la partie supérieure serait constituée par de petites facettes p visibles sur le bord de la cavité. Ce cristal, qui m'a été communiqué par M. L. Michel, provient probablement de la *Haute-Marne*.

Je ne citerai pas de gisement spécial pour les stalactites, puisqu'elles se trouvent sans exception dans toutes les régions calcaires (Pyrénées, les Causses, Jura, etc.) ; je renvoie le lecteur au livre de M. Martel sur les *Abîmes* (Paris, 1894) où sont décrites les principales grottes françaises. Je ne m'occuperai ici que des localités m'ayant fourni des cristaux offrant quelque particularité cristallographique.

Notons en terminant que la calcite des stalactites est généralement très pure, dépourvue presque complètement de magnésie ; elle contient seulement parfois un peu de fer.

Bassin de Paris. — *Seine*. La collection de Haüy renferme l'extrémité d'une stalactite tubulaire transparente, indiquée comme provenant de Neuilly (près Paris) ; elle doit provenir de quelque cavité naturelle ou artificielle du calcaire grossier.

Les fentes non ouvertes de la formation gypseuse de Montmartre (Paris) sont localement recouvertes de croûtes concrétionnées mamelonnées ou stalactiformes de calcite jaune d'or, constituant un albâtre calcaire, à structure zonée et à belle couleur, utilisé jadis pour l'ornementation. Les clivages rhomboédriques, qui s'observent à l'extrémité des fibres, sont généralement courbes, et ont un éclat nacré rappelant celui de la plumbogummite. Les échantillons de ce genre ne se trouvent plus que dans les vieilles collections, la colline de Montmartre étant aujourd'hui couverte de constructions. Il n'est pas très rare d'observer à l'extrémité de ces croûtes de calcite des rosettes de rhomboèdres plus aigus que e^1, mais que je n'ai pu mesurer à cause du mauvais état de leurs faces ; ils rappellent les groupes en choux-fleurs des grottes de Padirac.

De belles stalactites et des croûtes de calcite fibreuse se rencontrent aussi dans les catacombes de Paris, creusées dans le calcaire grossier.

Normandie. — *Eure*. Les carrières exploitées à Caumont (*Eure*), près de la Bouille (*Seine-Inférieure*), dans la craie blanche, renferment de grandes cavités, véritables grottes, ayant fourni de bons types de stalactites tubulaires de calcite, remarquables par leur translucidité et leur surface corrodée, luisante, stalactites souvent nourries par l'extérieur et très irrégulières de forme (fig. 180). Elles sont souvent terminées par le rhomboèdre e^1 ou par $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, dont l'axe est parallèle à celui de la stalactite.

On trouve aussi en grande abondance dans ce même gisement des

cristaux nets de calcite ; assez souvent ce sont des prismes e^2, creux, avec prédominance de trois faces ; ils sont terminés par la base et parfois par p.

Très abondantes sont des croûtes peu cohérentes, constituées par des cristaux implantés perpendiculairement à la paroi et présentant souvent tous la même taille (jusqu'à 4 centimètres). Des cristaux de même aspect forment aussi des masses irrégulières, dont les cavités sont hérissées de pointements en apparence très nets, mais difficiles à interpréter par suite de la courbure de leurs faces, qui sont comme en voie de dissolution. Leur forme unique est un rhomboèdre très aigu, dont les faces sont souvent creusées d'une gouttière et offrent l'aspect et les particularités des cristaux d'Alger, décrits page 523. Ce rhomboèdre est peut-être $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$; sur quelques cristaux, il existe en outre d^1 $(11\bar{2}0)$ et un scalénoèdre très aigu, voisin de la zone d^1 $e^{5/3}$, mais trop courbe pour pouvoir être précisé.



Fig. 180.
Stalactites terminées par un pointement rhomboédrique. Caumont (*Eure*).

Aquitaine. — *Gironde*. M. Harlé a bien voulu me recueillir des documents intéressants pour la connaissance de la genèse de la calcite. Auprès du château de la Tresne, situé non loin de la Gironde, à 10 kilomètres en amont de Bordeaux, se trouve une carrière souterraine, creusée dans le calcaire du tongrien supérieur ; au fond d'une de ses galeries, et à environ 400 mètres de l'extérieur, il existe une mare (10 m. × 2 m., avec profondeur d'environ 0 m. 15), sans écoulement apparent, qui recueille les eaux de suintement voisines. La température moyenne de l'eau et de l'air est d'environ 15° C.

A la surface de l'eau, se forme une légère pellicule calcaire, qui s'accroît peu à peu ; quand son poids devient assez considérable, la plaque s'enfonce et tombe au fond, où elle se soude aux plaques précédemment immergées. Le fond de la mare est recouvert par une couche de quelques centimètres d'épaisseur constituée par des plaques de ce genre. J'ai examiné des échantillons ayant plus d'un décimètre de côté, avec une épaisseur de 1 à 2 millimètres. Leur surface extérieure est terne et peu cristalline ; mais celle qui était en contact immédiat avec l'eau est couverte de pointements p très brillants. Sur la tranche des croûtes

immergées, se rencontre parfois un bourrelet de cristaux plus gros, sur lesquels on peut constater, en outre de *p*, l'existence de rhomboèdres courbes, oscillant entre e^3 et $e^{11/4}$; ces cristaux sont souvent polysynthétiques et présentent une légère torsion dans la zone verticale.

Çà et là, ces croûtes sont percées de sortes de petites cheminées, parfois obturées, garnies de pointements cristallins, qui paraissent avoir été produites aux points où se dégageaient des bulles de gaz.

Il m'a paru intéressant de faire analyser l'eau ; elle renferme 24 cm. 3 de CO^2 libre par litre ; le résidu de l'évaporation de un litre est

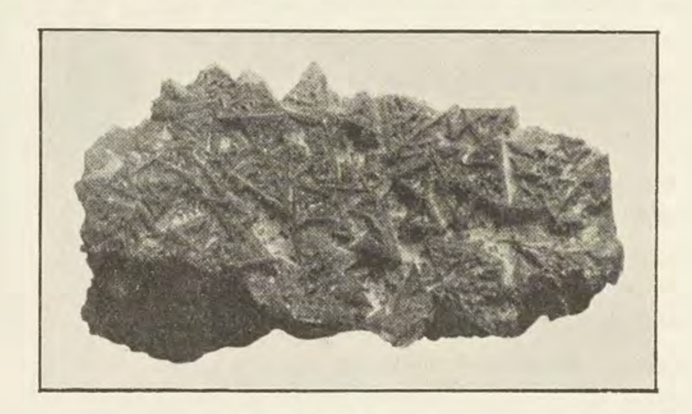


Fig. 181.
Cristaux cristallitiques de calcite d'un bassin de cristallisation d'une galerie de mine, près les Eaux-Bonnes. (*Grandeur naturelle.*)

de 0 gr. 436, parmi lesquels le $CaCO^3$ entre pour 0 gr. 282 et le Na Cl pour 0 gr. 105. L'origine de ce chlorure doit être cherchée dans le fumier, utilisé dans la carrière pour la culture des champignons.

Des pellicules du même genre se forment dans des conditions analogues dans la galerie de captage d'une source d'eau potable à Bourg-sur-Gironde.

Landes. M. Harlé m'a remis des concrétions de calcite, formées dans une vieille galerie creusée dans les marnes calcaires helvétiennes de Haut-Narosse près Dax ; elles présentent la particularité d'avoir leur surface constituée par un pavage de facettes rhomboédriques ; elles renferment, çà et là, des portions creuses, dans lesquelles on distingue des rhomboèdres cristallitiques blancs et opaques.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des Cloizeaux a trouvé (*op. cit.*, II, 116), dans une galerie abandonnée située au-dessus des Eaux-Bonnes, de

curieux groupements de cristaux, ayant la forme de grosses baguettes creuses, accolées et limitées par un prisme trièdre e^2, que surmontent e^3 (40$\bar{4}$1), et a^1. Les faces a^1 sont évidées au centre. Tous ces cristaux, de même longueur, ont à leur extrémité l'aspect d'un cliché typographique, que met en évidence la fig. 181, reproduction de la photographie d'un échantillon de la collection de mon regretté maître. La comparaison de cet échantillon avec ceux décrits par M. Prinz conduit à penser qu'il provient d'une ancienne vasque de cristallisation.

[*Aragon*]. La mine de Saint-Jean, à Gistain (galerie S. Carlos), a fourni d'intéressants échantillons de calcite concrétionnée, fibreuse, colorée en rose vif par du carbonate de cobalt; ils ressemblent à ceux de Schneeberg.

Ariège. Voir page 529 pour les stalactites des mines de Rancié en Sem (fig. 177).

Pyrénées-Orientales. De gros cristaux blancs corrodés, qui paraissent devoir être rapportés à $e^{4/3}$ (07$\bar{7}$2), ont été trouvés dans la grotte de Mohèdes.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les grottes célèbres de Dargilan dans le Causse noir renferment non seulement de magnifiques stalactites, mais encore, se formant dans des bassins de cristallisation, de curieux échantillons en forme de choux-fleurs constitués par des rhomboèdres aigus ternes de calcite jaune pâle. Ce sont des groupements cristallitiques, tout à fait comparables à ceux de sel gemme, allongés suivant un axe ternaire, dont j'ai donné des photographies, pages 754 et 755, t. II.

Corbières. — *Hérault*. Les travaux de construction de la petite gare de Courniou, située à 6 kilomètres de Saint-Pons, à la limite du Tarn, ont mis à découvert l'entrée d'une grotte creusée dans les calcaires paléozoïques. Cette grotte est tapissée de nombreuses stalactites, à structure fibreuse. Toutes celles que j'ai examinées ont pour axe un cristal orienté suivant l'allongement de la pièce ; elles ont donc débuté par une stalactite tubulaire, dont j'ai d'ailleurs observé des échantillons simples, provenant du même gisement. Ces deux types présentent parfois la particularité intéressante d'être recouverts par des cristaux nets et brillants de calcite, atteignant 2 centimètres suivant l'axe vertical; ils sont d'ordinaire formés par e^3 (40$\bar{4}$1), associé à p (fig. 182), à e^1 (fig. 184), à des rhomboèdres aigus,

ondulés et peu réfléchissants; tantôt ceux-ci sont constitués par $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}7)$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ (fig. 183) ou par $e^{7/5}$ $(04\bar{1}1)$, inverse de e^3, le cristal présente alors la forme d'une pyramide hexagonale (fig. 185).

Ces cristaux sont souvent jaunes et à peine translucides.

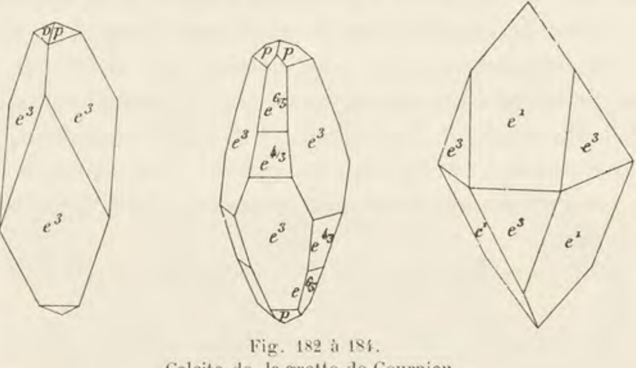


Fig. 182 à 184.
Calcite de la grotte de Courniou.

La fig. 186 reproduit la photographie d'un curieux échantillon constitué par de nombreux cristaux groupés à axes rigoureusement parallèles, de telle sorte que l'échantillon se comporte comme un cristal unique; l'allongement de la pièce a lieu suivant une normale à une face p.

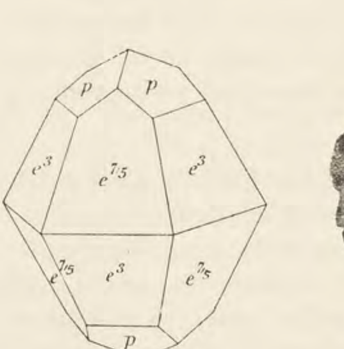


Fig. 185.
Calcite de la grotte de Courniou.

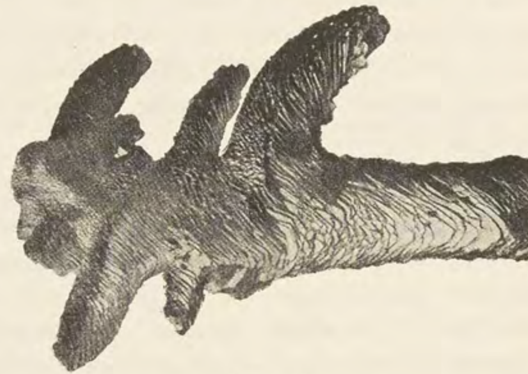


Fig. 186.
Crochet calcaire de la grotte de Courniou.

Il semble que cet échantillon soit comparable à ce que M. Prinz a appelé des *crochets* dans sa description de la grotte d'Engihoul. Ceux-ci se produisent sur les parois latérales par empilement de cristaux, le pointement de la pièce résultante étant généralement disposé vers le

haut. La figure est orientée en tenant compte de sa position probable par rapport au rocher dont cet échantillon a été détaché.

Enfin, il me reste à signaler de magnifiques échantillons, qui ont été probablement recueillis dans d'anciens bassins de cristallisation. Ils sont formés par la réunion de cristaux blancs, atteignant 4 cm. suivant l'axe vertical ; ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles, sans cependant se toucher, formant ainsi des squelettes de très grands cristaux, dans lesquels toutes les faces p, très éclatantes, miroitent ensemble. Ce sont les seules qui soient planes. Elles sont accompagnées



Fig. 187.
Stalactite ou crochet ramifié, formé par un seul cristal. Grotte de Lacave.
(*Grandeur naturelle.*)

de divers rhomboèdres à faces plus ou moins courbes, parmi lesquels domine e^3.

Lot. M. Viré m'a remis d'intéressantes stalactites, provenant des grottes de Lacave. Beaucoup d'entre elles sont formées par un seul cristal de calcite spathique, dont l'axe ternaire coïncide avec l'allongement de la pièce, qui peut dépasser 25 centimètres de longueur ; le rhomboèdre e^1, ou une forme voisine, les termine d'ordinaire.

Ces stalactites sont souvent courbes ou même branchues, et implantées obliquement sur les parois de la grotte. Elles possèdent néanmoins l'apparence d'un cristal unique, comme celles du gisement précédent ; en réalité, elles sont constituées, comme je l'ai indiqué dans les généralités exposées plus haut, par le groupement d'un grand nombre d'individus cristallins, dont l'orientation diffère peu de celle du voisin et en dévie toujours dans le même sens. Elles donnent ainsi

l'illusion d'un énorme cristal ramifié, qui aurait subi une torsion considérable (fig. 187).



Fig. 188.
Stalactites formées par un seul cristal, implantées sur les parois de la grotte de Lacave.

La figure 188 reproduit une photographie que m'a communiquée M. Viré (*Bull. Muséum*. 1908. 135). Elle donne bien une idée de la disposition de ces groupements calcaires, dans la production desquels la force de cristallisation a été plus grande que l'action de la pesanteur sur les gouttes liquides.



Fig. 189.
Calcite de la grotte d'Osselle.

Lozère. — Voir p. 552 pour les stalactites des mines de Vialas.

Jura. — *Doubs*. Haüy a cité la combinaison $e^{3/2}$ ($05\bar{5}1$), e^3 ($40\bar{4}1$), [fig. 189 (Haüy, *op. cit.*, fig. 65)], dans des cristaux de calcite de la grotte d'Osselle (autrefois Auxelles), riche par ailleurs en belles stalactites à structure fibreuse.

Alpes. — *Isère*. La sidérite et le quartz des filons de la région d'Allevard sont assez souvent recouverts de cristaux de calcite (2 à 3 mm.) à faces courbes et ternes, constitués par e^1 ou un rhomboèdre voisin : ils ont l'aspect de grains d'orge.

C'est probablement dans des conditions analogues qu'ont été rencontrées des stalactites creuses, à orientation uniforme, que possède la collection du Muséum : elles sont indiquées comme ayant été trouvées dans une ancienne galerie de mine, située près d'Allemont, au-dessous du Trou des Sarrazins (Le Clot).

Lors de l'exploitation des mines de sidérite de Saint-Pierre de Mésage près Vizille, on a observé dans la galerie la formation de nombreuses stalactites calcaires. M. Groth a signalé (*Sitzungsb. k. bayer. Akad. Wiss.* 1885. 380) parmi celles-ci, des échantillons tubulaires, terminés par un pointement cristallin e^1, squelettiforme. Le même rhomboèdre se trouve dans la cavité axiale de la stalactite. Cette mine a fourni aussi de beaux échantillons d'aragonite concrétionnée.

Algérie. — *Alger*. Voy. p. 450 près le gisement de Bab-el-Oued.

b) Incrustations fluviatiles et marines ; produits d'infiltration.

Les ruisseaux sur leurs bords et dans leur lit laissent souvent déposer du carbonate de calcium, qui recouvre des débris minéraux ou organiques. La fixation de cette substance est souvent favorisée par des algues calcaires, par des charas, par des mousses (*Hypnum*, *Bryum*). La structure de la calcite ainsi formée est d'ordinaire cryptocristalline et ne peut guère être vue qu'à l'aide du microscope.

De semblables concrétions s'observent aussi sur le bord de la mer, mais présentent souvent un aspect spécial : tel est par exemple le produit, signalé par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II, 1874, 118), analysé par Cloez [1] (*B.S.G.* VI, 86, 1874), puis décrit à nouveau par Moser (*Tschermak's Mitteil.* I, 174, 1878) sous le nom de *pélagosite*.

Il est indépendant de la nature du substratum sur lequel il se concrétionne : calcaire compact sur la côte d'Antibes (*Alpes-Maritimes*), granite (fort des Anglais à *Alger*), basalte (*Réunion*). La pélagosite forme des enduits ou de petits mamelons brillants, à aspect corné, noirs (Antibes), jaunes ou d'un blond clair (Alger) ; sa couleur est due à une matière organique.

Enfin, je signalerai ici quelques cas de formation de calcite tout à fait récente, produits dans des conditions comparables.

1. Analyse d'un échantillon du cap Ferrat, près Antibes (*Alpes-Maritimes*) : $CaCO^3 = 91,80$; $MgCO^3 = 0,90$; $FeO = 0,25$; $SiO^2 = 1,22$; $NaCl = 0,49$; $H^2O = 4,56$; mat. org. $= 0,71 = 99,93$.

Bassin de Paris. — *Seine.* Des travaux de voirie, effectués à Paris en 1904, ont mis à découvert, sur la place de la République, des couches tourbeuses, riches en petits cristaux de célestite (voir tome IV) entièrement transformés en calcite grenue. Ces pseudomorphoses sont identiques à celles de Sangershausen.

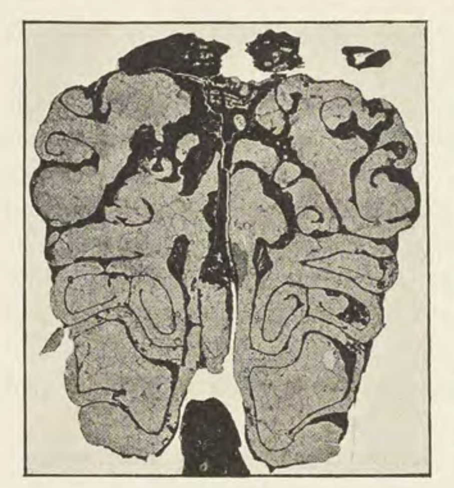


Fig. 190.
Cerveau de *Ceutetes caudatus*, transformé en calcite. Section transversale. (*Grossissement, 2 diamètres environ.*)

Madagascar. — Il est assez rare de voir la calcite épigéniser les organes mous des animaux. M. G. Grandidier m'a confié récemment le crâne d'un petit mammifère insectivore (*Ceutetes caudatus*), de la faune actuelle de Madagascar, trouvé dans les marais d'Antsirabe, et qui avait attiré son attention, à cause de sa densité anormale. La fig. 190, qui représente la photographie d'une coupe transversale de ce crâne, donne l'explication de cette particularité; le cerveau et ses enveloppes sont entièrement transformés en calcite, qui a conservé les détails de leur structure.

2° *Dans les produits de sources.*

a) *Dans les sources thermales.*

C'est surtout sous forme de calcite que le carbonate de calcium est déposé par les sources thermales bicarbonatées. Elle y est fréquemment accompagnée d'un peu d'*aragonite* et très rarement de *ctypéite.* Le carbonate de calcium est dissous en profondeur, grâce à un excès d'anhydride carbonique, dont le départ à l'arrivée de l'eau près des affleurements détermine un dépôt minéral. La calcite vient se concrétionner sur les parois de sortie, dont elle obture parfois les griffons, qui se déplacent (Hammam Meskoutine) ou que l'on doit désobturer de temps en temps, quand les sources sont exploitées (Vichy, par exemple).

La calcite ainsi formée ne se présente que très rarement en cristaux distincts, elle constitue d'ordinaire des dépôts concrétionnés, à texture plus ou moins poreuse, que l'on désigne sous le nom de *travertin*; parfois au contraire, la texture est fort compacte et en même temps la structure très cristalline ; les couches concrétionnées résultantes offrent alors une grande analogie de structure avec celle des croûtes fibreuses stalactiformes des grottes. Ces dépôts calcaires sont souvent assez purs et assez beaux pour constituer un véritable *marbre onyx*, tel est le cas de ceux qui sont exploités actuellement en Algérie ; notons en passant que ces dépôts ont été produits par des sources thermales datant de la période quaternaire.

Dans beaucoup de sources bicarbonatées calciques, la formation de cette calcite est accélérée industriellement et utilisée pour la fabrication de ces petits objets, que connaissent tous ceux qui ont visité l'Auvergne et bien d'autres régions. Pour cela, l'eau minérale est tout d'abord débarrassée de la plus grande partie de son fer et de ses sels les moins solubles par passage sur des copeaux de bois ou des fragments de roche, puis elle est amenée en haut d'un escalier de bois sur les marches duquel elle tombe en très mince filet. Les objets à pétrifier (paniers remplis de fruits, nids d'oiseaux, petits animaux, moules en soufre ou en gutta-percha représentant des médailles, des bas-reliefs, etc.) sont placés sur ces marches et, au bout d'un temps plus ou moins long, variable avec les gisements, ils sont recouverts par un agrégat cristallin de calcite constituant ainsi une *périmorphose* expérimentale. Les objets placés en haut de l'escalier sont légèrement jaunes, par suite du dépôt d'une petite quantité de carbonate ferreux; plus on s'éloigne du point d'émergence, plus les pétrifications sont blanches.

Il serait sans intérêt minéralogique d'énumérer toutes les sources bicarbonatées françaises, qui, on le sait, sont surtout concentrées dans la région volcanique du Plateau Central. Je ne citerai que quelques exemples caractéristiques (pour plus de détails, voir : Jacquot et Willm, *Les eaux minérales de la France*, 1894, et de Launay, *Recherche, captage, etc., des sources thermales*, 1899).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Ce département renferme de nombreuses sources, assez riches en carbonate de calcium dissous pour que leurs propriétés incrustantes puissent être activement utili-

sées pour la fabrication d'objets pétrifiés. Celles de Saint-Allyre à Clermont, de Royat, de Saint-Nectaire, de la Compissade entre la Bourboule et le Mont-Dore sont les plus connues.

Les sources thermales du Tambour près Coudes renferment à leur point d'émergence de petits cristaux de calcite (e^1), souvent englobés dans du bitume.

Allier. Les sources bicarbonatées de Vichy sont très incrustantes et déposent à leur émergence des travertins compacts ou fibreux ; celle de la Grande Grille, notamment, sort d'une colonne creuse de travertin calcaire à zones concentriques et à structure radiée, qui traverse verticalement les alluvions. Le même minéral se trouve dans d'autres sources (l'Hôpital, etc.), mais à ce point de vue, il faut signaler particulièrement le rocher des Célestins, d'où sourdent les sources de ce nom. Il est constitué par des croûtes parallèles de calcaire fibreux, dont les fibres sont normales aux parois. Ces croûtes sont ondulées et mamelonnées ; elles rappellent, comme beaucoup des concrétions de Vichy, l'aspect extérieur de la geysérite. Quand elles ont plus de 2 ou 3 centimètres d'épaisseur, elles sont souvent compactes. C'est au milieu de ces croûtes qu'ont été trouvées des poches, remplies par les pisolites d'aragonite, étudiés plus loin. Le rocher des Célestins, dont l'origine a fait l'objet de beaucoup de discussions, résumées par M. Voisin dans son mémoire sur les sources de Vichy (*A. M.* XVII. 533. 1879), est incontestablement la crête d'un filon d'incrustation, dont le remplissage s'est effectué par des dépôts successifs, parallèles aux épontes.

Vosges. — *Vosges*. La calcite a été rencontrée dans les cavités des briques romaines des sources de Plombières avec des zéolites. Elle constitue d'ordinaire des scalénoèdres aigus $d^{6/5}$ ($6.5.\bar{1}\bar{1}.1$), avec ou sans a^1 et p ; ils n'ont guère plus de 1 millimètre. La calcite accompagne fréquemment l'opale dans ce même gisement.

Champagne. — *Haute-Marne*. A Bourbonne-les-Bains, la calcite a été trouvée épigénisant des fragments de bois de hêtre, imprégnant une corne de bœuf.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées et Haute-Garonne*. De nombreux gisements d'onyx existent dans ces deux départements et on peut supposer qu'ils ont été produits par des sources thermales ; plusieurs sont ou ont été exploités ; le plus important d'entre eux se trouve à

Bagiry, entre les vallées de la Garonne et de la Barousse ; d'après les renseignements que m'a fournis M. Fromholt, il s'agit là de dépôts d'une véritable cascade, qui tombait jadis d'une falaise calcaire. L'onyx de cette localité est blanc, veiné de jaune ; les sections perpendiculaires à la fibrosité montrent des coupes triangulaires très nettes des cristaux constituants. Dans d'autres gisements : Thébé près Bagiry, Izaut-de-l'Hôtel, Ghein Dessus près du col de Larrieu, aux environs d'Aspet, un onyx analogue remplit des fissures d'un calcaire et a, par suite, une allure filonienne.

Algérie. — *Oran.* C'est très certainement à des sources thermales chaudes, aujourd'hui taries, qu'il y a lieu de rapporter la formation des dépôts concrétionnés de *marbre onyx*, qui sont activement exploités pour l'ornementation.

Il existe trois gisements principaux ; le plus important est celui de Tekbalet à 26 km. Nord 21° Est de Tlemcem. Les autres se rencontrent à Aïn-Sebra (17 km. S. 32° O. de Nemours) et à Sidi-Brahim (10 km.

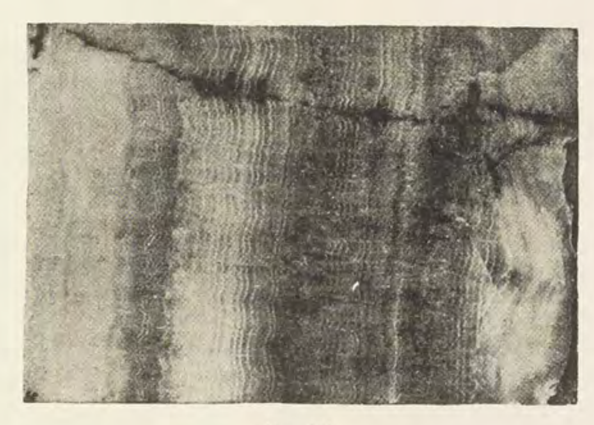


Fig. 191.
Plaque polie d'onyx de Tekbalet, parallèle à la fibrosité.

S. 4° O. de Nemours également). Tous trois sont d'âge quaternaire et recouvrent de leurs couches concrétionnées (rappelant celles du travertin de formation actuelle d'Hammam Meskoutine en Clauzel) (*Constantine*), les premiers des assises miocènes, le second des sédiments oxfordiens ; les lits d'onyx exploités ont parfois plus d'un mètre d'épaisseur ; ils alternent avec des travertins poreux et sans cohésion. A Tekbalet, il

est possible d'extraire d'énormes blocs, tels que ceux qui ont servi à faire les belles colonnes de l'Opéra de Paris.

L'onyx d'Algérie est formé par une succession de couches fibreuses (fig. 191), dont la couleur varie du blanc au rouge vif, au jaune d'or et enfin plus rarement au rose et au verdâtre ; il est très translucide ou complètement opaque. Les types blancs et particulièrement le blanc de lait sont les plus abondants. Tous les onyx n'ont pas une couleur homogène, beaucoup sont veinés, soit suivant les zones concentriques du dépôt, soit suivant des fentes ou des fissures irrégulières, le long desquelles s'est produite l'oxydation du fer contenu dans l'eau (veines rouges ou oranges).

Les briques de thermes romains des environs d'Oran, dans lesquelles Daubrée a signalé des zéolites, renferment de très petits scalénoèdres $d^{6/5}$ $(6.5.\bar{1}\bar{1}.1)$ de calcite limpide, d'un blanc jaunâtre.

Madagascar. — Les travertins calcaires abondent aux points d'émergence des sources bicarbonatées de l'île et particulièrement à Antsirabe (source de la Reine) (36 à 42° C), où il existe une sorte de travertin, rappelant celui du rocher des Célestins.

A Mahatsinjo, près Miarinarivo, au nord-est du lac Itasy, ces travertins renferment de la *ctypéite*; on y trouve aussi des croûtes translucides verdâtres d'une calcite concrétionnée, rappelant l'albâtre.

b) *Dans les sources froides.*

Le dépôt de calcite au point d'émergence des sources froides est un phénomène très général dans les régions calcaires, où les eaux sont très chargées de carbonate de calcium ; partout où elles sourdent à l'air libre, elles déposent ce corps sous forme de calcite ; cette précipitation est activée par les organismes, dont il a été question page 539 ; la calcite vient se déposer sur les débris organiques (feuilles, algues, mousses, herbes), qui multiplient les surfaces d'évaporation et produisent, par un procédé naturel, ce qui est réalisé artificiellement par les exploitants des sources incrustantes.

Les dépôts calcaires ainsi produits constituent des roches légères, caverneuses, tubulaires et concrétionnées, englobant non seulement des plantes, mais des insectes, des débris organiques de tout genre, qui disparaissent en laissant leur empreinte en creux (tufs éocènes de Sézanne)

Les dépôts de calcite, qui obturent rapidement les tuyaux de conduite des eaux riches en calcaire, ont une structure analogue, mais ils sont régulièrement concrétionnés par dépôt de couches concentriques, moulant les cavités dans lesquelles ils se produisent : ils ont généralement une structure fibreuse (Eaux d'Arcueil à Paris, Pont-du-Gard (*Gard*) etc.), avec fibres normales aux parois, comme dans certaines stalactites.

Voici, entre mille, quelques localités, où les dépôts calcaires peuvent être étudiés facilement :

Seine-Inférieure. Villequier.

Seine-et-Oise. Bougival.

Seine. Meudon.

Seine-et-Marne. Bords de la Louette près Étampes.

Oise. Arsan, dans le bois de Salency près Noyon.

Lorsque les eaux très calcaires sont animées d'un mouvement continu, elles peuvent tenir en suspension des particules solides, autour desquelles le carbonate de calcium vient se concrétionner. Ce phénomène donne naissance à de petites dragées calcaires, identiques à celles décrites plus loin dans l'aragonite et la ctypéite des sources thermales. Je dois à M. Barrois la communication d'échantillons de ce genre, formés accidentellement dans des appareils d'épuration des eaux de Laon (*Aisne*) (surface lisse et structure concentrique) et d'Arras (*Pas-de-Calais*) (surface hérissée d'aspérités et structure granulée sans zones concentriques).

3° *Dans les filons et les gîtes métallifères de substitution.*

Les filons métallifères constituent une source abondante de cristaux de calcite. Quelques-uns d'entre eux fournissent les plus beaux échantillons connus de ce minéral. La calcite y est accompagnée des minéraux métalliques caractéristiques de ces gisements ; on peut distinguer parfois plusieurs périodes dans sa cristallisation, à chacune desquelles correspondent généralement des formes distinctes.

En France, la calcite est d'ordinaire absente des filons aurifères, stannifères, bismuthifères et de la plupart des filons antimonifères [1]. Elle abonde au contraire dans les filons concrétionnés de tout genre.

1. Je n'ai observé de calcite dans aucun des filons quartzeux de stibine française; mais on a vu tome II, p. 458, que les calcaires dévoniens d'Angers et d'Erbray sont traversés par des filonnets de stibine, à gangue de calcite spathique.

Je ne m'occuperai ici que des cristaux distincts, laissant de côté les concrétions et les stalactites calcaires, qui sont abondantes dans certaines galeries de mine, où elles sont de formation actuelle (voir page 534 à 539).

a) *Filons plombifères, argentifères, cobaltifères, cuprifères.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Les mines de galène et de blende de Pontpéan en Bruz renferment de très beaux cristaux de calcite : ils sont généralement de grande taille et n'ont presque jamais leurs faces brillantes, ce qui me paraît dû en partie à une corrosion résultant de l'action des eaux vitrioliques, qui circulent dans le filon, riche en pyrrhotite et en marcasite, facilement altérables.

La forme dominante est le rhomboèdre b^1 (type I), souvent groupé en associations crétées et recouvrant alors de larges surfaces de marcasite, de blende fibreuse ou de galène

Beaucoup plus rares mais plus beaux, sont des cristaux offrant le type I *a bis* ; c'est-à-dire la combinaison de scalénoèdes très obtus [b^3 à $b^{7/2}$] et $d^{7/2}$ [(ou $'d^2$) également développés, avec de petites faces p, e^2 et e^3 ; ils atteignent 2 cm. 5 de plus grande dimension, leur faces sont ternes.

Ce gisement présente en outre avec une assez grande fréquence des groupements à axes parallèles d'un nombre considérable de cristaux, offrant soit la forme b^1, soit la combinaison plus compliquée du type I *a bis*. Les individus constituant ces groupements, qui atteignent près d'un décimètre, restent généralement assez distincts ; ils donnent à l'ensemble un aspect cristallitique extrêmement curieux.

Enfin, en terminant, il me reste à signaler une brèche, formée par des fragments de blende et de galène, réunis par un ciment de calcite néogène, que saupoudrent de petits cristaux de barytine.

M. Ungemach possède dans sa collection de beaux cristaux : $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ (dominant) $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ b^1, provenant de Montfort-sur-Meu. Ils sont implantés sur un mélange de dolomite, de pyrite et de galène.

Finistère. Dans les filons de galène de Huelgoat ont été rencontrés, tapissant de grandes géodes, de gros cristaux rhomboédriques, recouverts de petits cristaux de quartz, généralement colorés en rouge par de l'hématite. Ces rhomboèdres sont creux ; la matière qui les a formés a disparu, mais leur forme ($pp = 105°$ env.) ne laisse pas de doute sur la nature du minéral qui les constituait.

Basses-Pyrénées. Cristaux, b^1 e^2 d^2, à la mine d'Anglas, près des Eaux-Bonnes.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli de jolis cristaux de calcite dans la mine de galène de Montcoustant à Cadarcet ; ils sont accompagnés de sidérite, de dolomite, de pyrite, de blende, etc., et constituent dans ces associations le dernier minéral formé. La combinaison habituelle est b^1 et $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$, accompagnés fréquemment de rhomboèdres moins aigus à faces courbes. Les cristaux un peu gros (1 à 2 cm.) sont blancs et presque opaques ; les plus petits sont incolores et remarquablement transparents.

Corbières. — *Aude.* De gros cristaux b^1, souvent lenticulaires, ont été rencontrés avec chalcopyrite à Mas Cabardès.

Gard. De beaux cristaux de calcite ont été signalés (de Brun, *Bull. soc. étud. sc. Nîmes*, 1900) dans les mines de la Panissière à Rousson, de la grande Vernissière à Durfort, de Saint-Félix-de-Pallières; ceux de ce dernier gisement sont constitués par b^1 (avec macle suivant a^1), ils sont souvent implantés sur dolomite.

Plateau Central. — *Tarn.* La calcite est l'une des gangues principales de la galène de Peyrebrune près Réalmont ; j'y ai recueilli de gros rhomboèdres b^1, incolores, empilés suivant l'axe vertical ; quand ils sont associés à de la pyrite, ils sont souvent d'un jaune verdâtre ; b^1 y est accompagné de rhomboèdres inverses à faces courbes.

Lozère. Les mines de galène de Vialas, près Génolhac, ont fourni, lors de leur exploitation, des cristaux de calcite, remarquables par leur beauté et la variété de leurs formes. Les macles suivant l'axe ternaire y sont fréquentes et en même temps variées comme mode d'accolement. J'ai observé les types suivants dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

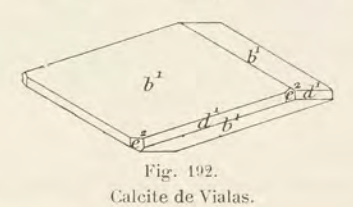


Fig. 192.
Calcite de Vialas.

Fig. 192 *bis*.
Projection sur la base d'une macle par accolement suivant e^2. Vialas.

1° (Type I *b*) b^1 avec (fig. 192) ou sans rudiments de d^1 et de e^2 ; ces cristaux sont parfois fort brillants, à faces excellentes. Souvent transparents, ils sont associés à des cristaux hyalins de barytine.

Les macles se produisent, suivant a^1, avec pénétration, l'individu enveloppant étant d'ordinaire plus grand que l'autre, comme dans la figure 140. J'ai observé une belle macle suivant cette loi, formée par accolement et englobée par un cristal plus grand, qui porte des scalénoèdres arrondis et qui est orienté comme l'individu de la macle avec lequel il est en contact. Cette macle repose sur des cristaux b^1 plus petits, implantés sur des cristaux de dolomite rosée.

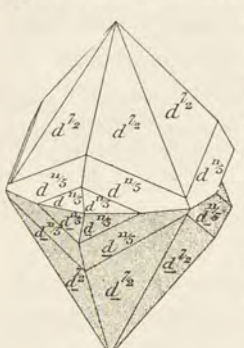


Fig. 193.
Calcite de Vialas. Macle suivant a^1.

M. Ungemach m'a signalé la combinaison b^1 $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ e^2 dans des cristaux lenticulaires atteignant 2 cm., 5.

2° Combinaison b^1 e^2, avec d'ordinaire faible allongement suivant l'axe vertical (type II *b*). La fig. 192 *bis* représente la projection horizontale d'une macle par rotation autour de l'axe vertical, avec accolement suivant une face e^2, comme celle qui est fréquente dans certains cristaux d'hématite spéculaire : l'angle rentrant b^1 b^1 est de 127°30'. Le cristal que j'ai étudié est de grande taille ; il est implanté sur du quartz, en même temps que des cristaux de calcite plus petits. Parfois ce type est plus allongé suivant l'axe vertical et e^2 est remplacé par des rhomboèdres aigus voisins et en particulier par $e^{11/5}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$, avec ou sans petites facettes d^2 ; j'ai vu des cristaux de ce type tellement limpides, qu'à travers leurs faces, il est possible de distinguer les aspérités de la gangue sur laquelle ils sont implantés.

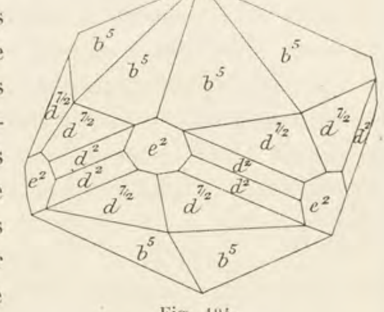


Fig. 194.
Calcite de Vialas.

3° (Types scalénoédriques.) Ces cristaux, de grande taille, sont généralement maclés (par accolement) suivant a^1. Le scalénoèdre d^2 est presque toujours présent, mais souvent très réduit et assez brillant, tandis que d'autres scalénoèdres plus obtus sont très striés, souvent ternes et impossibles à mesurer avec précision ; e^2 ou des rhomboèdres aigus voisins sont presque constants, mais toujours réduits. On peut distinguer les trois sous-types suivants :

a — d^2 [ou des scalénoèdres voisins ($d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$] est la forme dominante. *b* — le scalénoèdre dominant est un

métastatique à caractéristique >2 : d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$, d^4 $(4\bar{1}53)$, d^3 $(31\bar{4}2)$, etc. Tous ces divers scalénoèdres s'associent parfois dans un même cristal ; on en trouve aussi d'autres tels que $d^{11/5}$ $(11.5.\bar{1}\bar{6}.6)$, etc. qui sont subordonnés. Dans ces deux cas (type II), le sommet du cristal est presque toujours constitué par des scalénoèdres obtus [b^{10} $(9.1.\bar{1}\bar{0}.11)$, b^9 $(8.1.\bar{9}.10)$, b^8 $(71\bar{8}9)$, b^6 $(51\bar{6}7)$, b^5 $(41\bar{5}6)$, b^3 $(21\bar{3}4)$, $b^{4/3}$ $(13\bar{4}7)$, etc.], ternes, striés et peu mesurables, oscillant entre p et b^1.

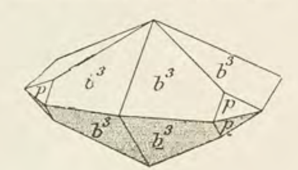


Fig. 195.
Calcite de Vialas.

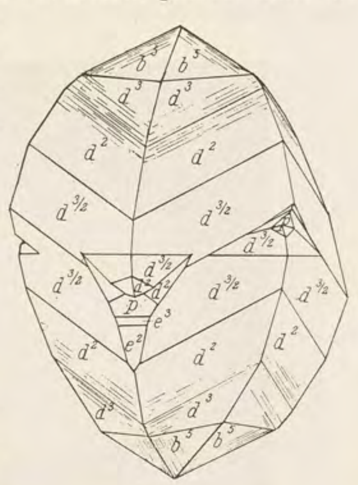


Fig. 196.
Calcite de Vialas.

La fig. 196, qui m'a été communiquée par M. Ungemach, présente un aspect fréquent dans les cristaux du type II b, mais avec en outre une particularité spéciale. Au premier abord, ce cristal a une apparence simple. Mais il présente aux extrémités de ses trois axes horizontaux des angles rentrants, qui indiquent une macle suivant p.

La fig. 193 est la reproduction d'un type assez commun dans de gros cristaux atteignant 4 à 5 centimètres ; ils sont toujours maclés suivant a^1 et implantés sur de plus petits dépourvus de macle ; $d^{7/2}$ a ses faces ternes, celles de $d^{11/5}$, au contraire, sont brillantes.


Fig. 197.
Cristaux polysynthétiques de calcite disposés en couronne, dont la partie centrale est couverte de pyrite. Vialas. (*Réduction de moitié.*)

c. — Ce sont les formes b^x qui dominent (type III b). Les cristaux sont souvent fort gros, et alors impossibles à étudier à fond à cause de l'arrondissement, des cannelures et du défaut d'éclat de leurs faces ; b^1 est parfois

présent : les scalénoèdres les plus fréquents paraissent être $b^{7/3}$, b^3, b^4 : les macles a^1 sont communes ; la fig. 195 représente l'une de celles que j'ai observées.

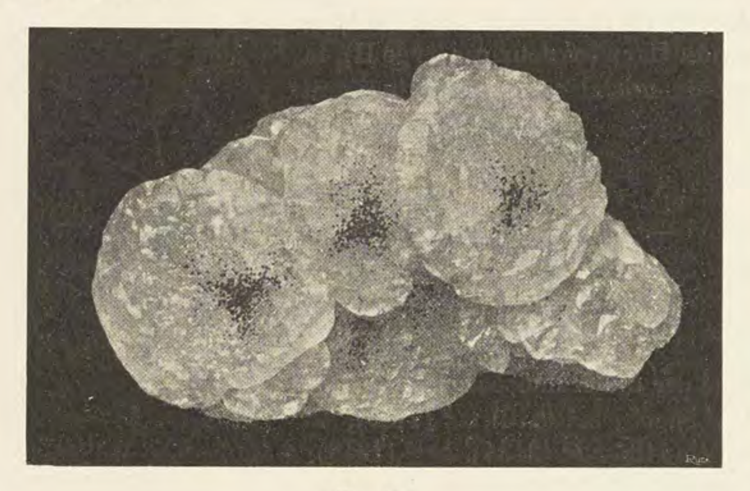


Fig. 198.
Groupement polysynthétique de calcite avec pointements rhomboédriques simulant une base saupoudrée de pyrite. Vialas.

La fig. 198 est la reproduction de la photographie d'un groupe de cristaux constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux, ayant tous la même hauteur suivant l'axe vertical, de telle sorte que leurs sommets ternaires, disposés suivant le même plan, simulent une face a^1 ; sur celle-ci sont distribués de petits cubes de pyrite, sans relation géométrique entre eux, mais constituant par leur ensemble une sorte de triangle, dont les sommets sont parallèles aux axes binaires de la calcite. Dans un autre échantillon (fig. 197), cette pseudo-face a^1 se présente en creux ; elle est uniformément recouverte d'un enduit de pyrite, qui manque sur la bordure hyaline des cristaux.

Fig. 199.
Macle suivant a^1 produite par recouvrement. Vialas.

La macle suivant a^1 se produit d'ordinaire par accolement suivant la base de deux cristaux plus ou moins identiques. J'ai rencontré une macle mesurant environ 2 centimètres, dans laquelle le groupement s'effectue d'une façon différente. C'est un cristal originellement constitué par $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, d^4 $(41\bar{5}3)$ dont les faces ternes ne sont plus visibles qu'au point d'insertion sur la gangue, et qui partout ailleurs sont recouvertes par un cristal à faces brillantes b^4 $(31\bar{4}5)$. La partie supérieure de celui-ci est en partie enveloppée par un second individu de même forme, maclé avec lui suivant a^1. Les figures 199 et 200 reproduisent des photographies de cette portion de la macle : la première montre les angles rentrants (l'axe ternaire est vertical) ; l'autre a été faite perpendiculairement à l'axe ternaire : le cristal enveloppé est vivement éclairé en avant. On voit l'arête d'intersection de l'angle le moins obtus de b^4 recouverte en partie par l'arête d'intersection de l'angle le plus obtus du cristal enveloppant.



Fig. 200.
Macle suivant a^1, produite par recouvrement. Vialas.

La fig. 201 reproduit la photographie de deux curieuses macles suivant e^1, formées par un scalénoèdre indéterminable, mais que par analogie avec les macles similaires de Louverné (fig. 78), je suppose devoir être d^5 ou une forme voisine. L'un des côtés de ces macles aplaties a ses faces ternes et raboteuses ; l'autre est constitué par la réunion d'un nombre considérable de petits cristaux, à faces arrondies et indéterminables, groupés à axes parallèles sur chacun des individus primaires de la macle. Seul l'angle de clivage pp a pu être mesuré : il est de 144° 29′, c'est presque l'angle théorique.



Fig. 201.
Macle suivant e^1. Vialas.

Enfin, il me faut signaler de curieuses stalactites tubulaires, creuses, formées par le groupement, on pourrait presque dire par l'enroulement hélicoïdal assez régulier, de cristaux, allongés suivant l'axe vertical, et limités par des rhomboèdres très aigus, à faces verruqueuses et peu mesurables, les uns directs ($e^{11/5}$), les autres inverses ($e^{9/5}$). L'assemblage se termine par des cristaux de même forme, surmontés par b^1 et présentant une position quelconque par rapport à l'axe de la stalactite (fig. 202). Les clivages que l'on détermine dans ces cristaux ont des surfaces bombées.

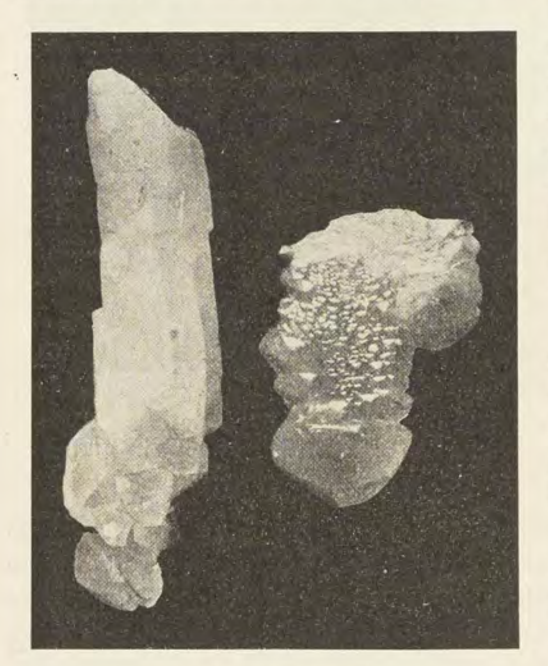


Fig. 202 et 203.
Groupement stalactiforme de cristaux de calcite. Vialas.

Des stalactites du même genre, mais n'ayant que 2 millimètres de diamètre, sont creuses : elles se rapportent au type tubulaire décrit page 526.

La figure 203 représente l'extrémité d'une autre stalactite dont, par contre, les individus constituant ont leur axe vertical dans une position parallèle : ils se terminent par un cristal net b^1 b^5 $d^{7/2}$ d^2 e^2.

J'ai trouvé dans deux collections différentes de beaux cristaux de calcite indiqués comme provenant de Génolhac ; ils sont implantés sur de la calcite lamellaire, avec dolomite un peu rosée. Ils sont légèrement jaunâtres, et allongés suivant l'axe vertical. Tous deux sont terminés par b^1, associé à e^2 dans l'un et à $e^{11/6}$ ($0.17.\bar{17}.1$) dans l'autre. Le premier d'entre eux est une macle par accolement suivant a^1 (fig. 204).

Leurs sommets b^1 présentent trois triangles d'un blanc nacré, dont la disposition est mise en évidence par la fig. 205. Ces triangles sont dus à des inclusions floconneuses, qui paraissent distribuées parallèlement aux faces p.

M. Dreyfus m'a communiqué deux échantillons de la collection minéralogique du Musée du Puy, qui fixent la nature du gisement de mes cristaux ; ils consistent en cristaux de calcite implantés avec dolomite et un peu de pyrite sur du granite et ils proviennent d'une ancienne recherche faite sur un filon de galène à Génolhac près la ferme de Finoune, sur la rive droite de l'Homel.

L'un de ces échantillons ne porte que de petits cristaux semblables aux miens, mais ils sont plus petits (2 mm.) : l'autre est constitué par des cristaux de même forme, non maclés, recouverts par une



Fig 204.
Macle suivant a^1 sans ligne de jonction visible.
Génolhac. *Réduction d'environ* $^1|_3$.

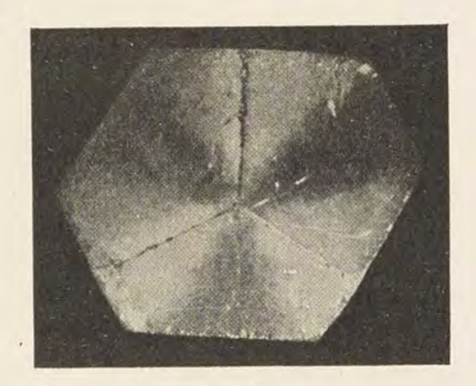


Fig. 205.
Sommet b^1 grossi du cristal représenté par la figure précédente.

grosse macle suivant a^1 ; ils présentent tous uniformément la combinaison $e^2 p$ (faces ternes) b^1 (faces brillantes et courbes) avec en outre de petites facettes d^2.

Corrèze. De très beaux scalénoèdres, d^2, tapissent de larges géodes du filon de barytine de Guillac. Deux faces d^2 parallèles sont d'ordinaire plus développées que les autres et le cristal est un peu allongé suivant leur intersection avec une facette b^1 $(01\bar{1}2)$ brillante ; les deux autres faces de ce rhomboèdre manquent. Les angles de 104° 38′ du scalénoèdre sont remplacés par une série de plans courbes, constitués par des oscillations entre e^1 et des scalénoèdres de la zone e^1 d^2 ; ils sont cannelés parallèlement à leur intersection avec b^1 ; ces scalénoèdres ne peuvent être mesurés.

Puy-de-Dôme. La mine d'Auzelle, près Saint-Amand-Roche-Savine,

a fourni à M. Gonnard (*C. R.* CV. 1259, 1887) d'intéressants rhomboèdres, b^1, entièrement remplacés par des cristaux (p 1/2 b^2) de pyrite, distribués sans ordre ; c'est là un genre de pseudomorphose assez fréquent dans ce gisement.



Fig. 206.
Calcite de La Prugne.

J'ai observé des cristaux e^2 b^1, associés à de la pyrite, provenant de la mine de Joursac.

Allier. Le gîte d'érubescite de Charrier, près la Prugne, a fourni, lors de son exploitation, quelques cristaux de calcite ; ils sont remarquables par leur forme dominante, qui est le scalénoèdre rare $d^{19/13}$ (19.13.$\overline{32}$.6) ; il est tantôt seul et tantôt associé à a^1 et p (fig. 206). Ces cristaux limpides, un peu jaunâtres, atteignent 3 centimètres suivant l'axe vertical dans l'unique échantillon que j'ai eu l'occasion de voir (collection de Des Cloizeaux).

Vosges.— *Vosges*. M. Ungemach m'a indiqué, b^1 et un rhomboèdre aigu indéterminable dans des cristaux provenant de La Croix-aux-Mines (filon de la pointe de Carbaix).

[*Alsace*]. Carrière a cité diverses combinaisons de faces de calcite à Sainte-Marie-aux-Mines, où ce minéral sert de gangue à de nombreux minerais et se trouve en cristaux nets dans des géodes, avec dolomite, quartz, barytine, panabase, etc. La mine de Saint-Guillaume supérieur (Rauenthal) a même fourni des masses clivables, transparentes comme le spath d'Islande. Carrière a jadis énuméré plusieurs combinaisons communes.

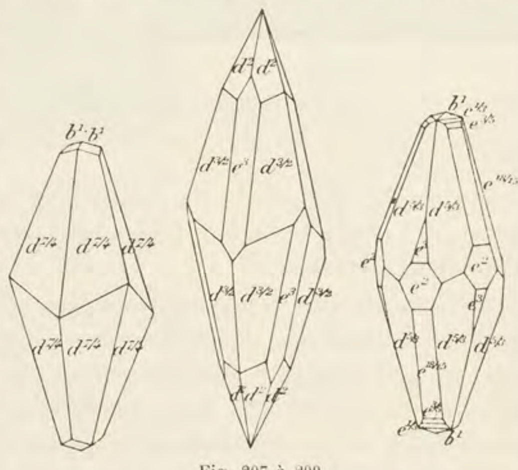


Fig. 207 à 209.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.
Type III *a*.

M. Stöber en a décrit (*op. cit.*, 17) (fig. 209 à 211) d'autres. Les cristaux

les plus fréquents sont constitués par b^1, seul ou combiné avec e^2 suivant les divers modes habituels ; plus rarement, se rencontre la combinaison $e^{11/5}$ ($\bar{1}6.0.1\bar{6}.1$) b^1, avec (fig. 20) ou sans e^2 ; enfin d'autres combinaisons sont caractérisées par la prédominance de divers scalénoèdres, associés à quelques rhomboèdres : $d^{7/4}$($7.4.\bar{1}\bar{1}.3$) b^1(fig. 207) ; $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) $d^2 e^3$ ($40\bar{4}1$) (fig. 208) et (Rauenthal) $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) b^1 $e^{1/3}$ $e^{3/5}$ ($08\bar{8}7$) $e^{18/16}$ e^2 e^3 (fig. 209) $d^{4/3}$ ($43\bar{7}1$), avec ou sans $e^{14/13}$ ($09\bar{9}4$) et $e^{3/2}$ ($05\bar{5}1$). La taille des cristaux présentant cette dernière combinaison dépasse rarement 1 cm. 5, alors que les premières constituent souvent des cristaux mesurant plus de 4 centimètres.

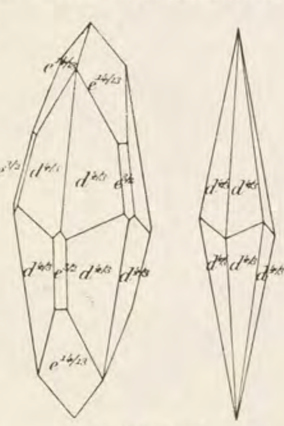


Fig. 210 et 211.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.

Fig. 212.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.

M. Ungemach m'a d'autre part communiqué la liste des combinaisons, qu'il a observées sur les cristaux de ce gisement, ainsi que les figures qui les représentent.

De jolis cristaux de 1 centimètre sont caractérisés par la prédominance de $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$), avec d^2, d^4, $e^{1/3}$ ($04\bar{4}5$), $e^{15/8}$ ($0.23.\bar{23}.1$), p, b^1, et un scalénoèdre inverse voisin de $e^{4/3}$ ($07\bar{7}2$) [peut-être i ($1.10.\bar{11}.3$) (ii s. $e^{4/3}$) et 81°17′ (s. $e^{x>2}$).] : la fig. 212 représente cette intéressante combinaison. A signaler encore : $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) $e^{4/5}$ ($03\bar{3}2$) $e^{2/3}$ ($05\bar{5}4$), puis p (dominant) b^1 d^2 $d^{4/3}$ ($43\bar{7}1$).

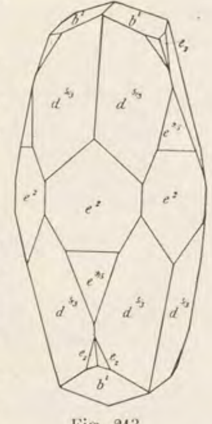


Fig. 213.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines (Mine St-Philippe).

Filon de pyrite du jardin Bourgeois à Sainte-Marie-aux-Mines : $d^{3/2}$; combinaisons variées : d^2 e^1 b^1 ; $e^{2/3}$ ($05\bar{5}4$) $e^{4/5}$ ($03\bar{3}2$). Mine Saint-Philippe : cristaux laiteux, dans fentes du gneiss pyriteux : $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) $e^{9/5}$, avec b^1, e^2 et e_2 ($12\bar{3}2$) (fig. 213). De Gabegottes, cristaux blancs, enfilés à axes parallèles

avec quartz, mispickel, chloanthite, dans géode d'arsenic natif : e^2 (dominant) b^1 p $d^{17/2}$ $(17.2.\bar{1}\bar{9}.15)$ d^5 b^2 et des faces étroites b^3, $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$, b^4, $e^{37/17}$ $(18.0.\bar{1}\bar{8}.1)$ (fig. 214) ; jolis cristaux, e^2 $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ b^1 empilés en pyramides, le dernier plus gros que les autres, sur quartz avec panabase et mispickel. Échantillons provenant de mines non spécifiées : e^1 d^2 et probablement $e^{15/8}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.1)$; e^2 terminé par un pointement polysynthétique b^1 simulant une base a^1.

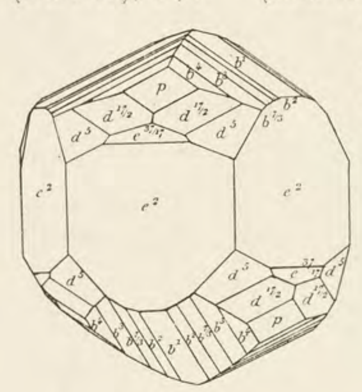


Fig. 214.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines (Mine Gabegottes).

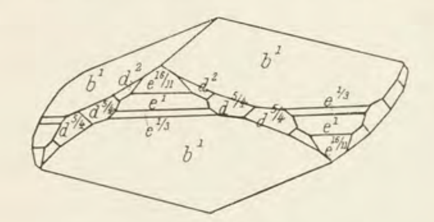


Fig. 215.
Calcite de la mine Saint-Sylvestre.

Le musée de Colmar possède un fragment de cristal p de 20 centimètres, transparent, d'un gris lilas, dont les bords sont formés par une couche blanche ou jaunâtre plus ou moins opaque ; celle-ci est couverte, comme un toit par ses tuiles, par de petits cristaux orientés : b^1 (dominant) $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$ d^6 b^2 : autres combinaisons, $d^{3/2}$ d^2, avec un scalénoèdre inverse, voisin de $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ [peut-être i $[1.10.\bar{1}\bar{1}.3]$, ii s. $e^{4/3}$ $= 167°55'$, obs. $167°59'$, calc.] $e^{15/8}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.1)$ $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$ b^1 d^4 p $e^{1/5}$, les faces b^1 alternent avec des faces p ternes, simulant ainsi un scalénoèdre sur les arêtes de $e^{1/3}$; $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ e^1 (ou b^1 et $e^{4/5}$, $e^{2/3}$) ; p (dominant) avec de petites facettes d^2, $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$.

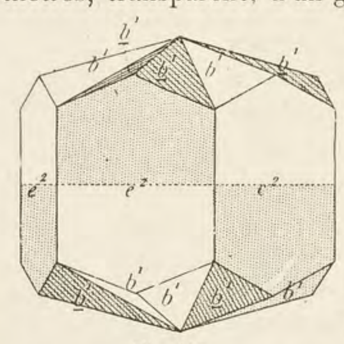


Fig. 216.
Macle par entrecroisement de la calcite de la mine St-Sylvestre.

Je dois encore à M. Ungemach les renseignements suivants sur une série de gisements alsaciens, dont je n'ai personnellement étudié aucun échantillon.

La mine Saint-Sylvestre, à Urbeis (val de Villé), renferme une série de combinaisons variées : e^1 b^1 (sur ankérite) ; b^1 e^2 a^2 $(10\bar{1}4)$

linéaire), avec dolomite et sidérite ; b^1 dominant, β (45$\bar{9}$2) $e^{13/5}$ (60$\bar{6}$1) ; β est fréquent dans ce gisement, mais ses faces sont toujours étroites. Dans un filon quartzeux ayant fourni de la *whewellite* et de la *millérite*, des cristaux, d'un jaune verdâtre, présentent la combinaison b^1 e^1 $e^{1/3}$ (04$\bar{4}$5), $e^{16/11}$ (09$\bar{9}$2), $d^{5/4}$ (54$\bar{9}$1), d^2 (fig. 215). La figure 216 représente une macle par entrecroisement de cristaux, e^2 b^1, macle rappelant celle de la phénacite de Framont.

Les mines de Triembach n'ont fourni que de petits cristaux d'un blanc rosé : b^1 (dominant) e^2 e^1 (réduit).

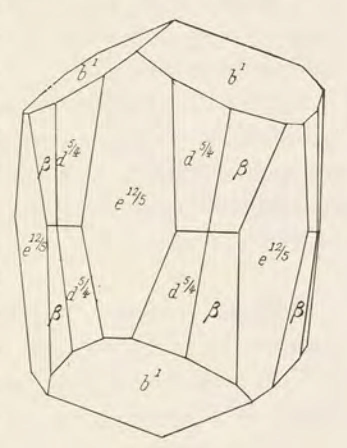


Fig. 217.
Calcite de Sainte-Croix-aux-Mines.

Les mines de Sainte-Croix-aux-Mines[1] renferment en très grande abondance des cristaux de calcite, présentant les combinaisons variées suivantes : 1° un rhomboèdre voisin de e^1, avec b^1 et $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) ; d^2 e^3 b^1 (avec galène et quartz) ; un rhomboèdre aigu [probablement $e^{37/17}$ (19.0.$\bar{1}\bar{7}$.1] dominant, avec b^1 (cristaux associés à de la pyrite et du quartz) ; petits cristaux rosés $e^{5/2}$ (70$\bar{7}$1) b^1 $d^{5/3}$, avec quelquefois d^2, et souvent $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) ; cristaux à faces courbes $d^{5/4}$ (54$\bar{9}$1) β (45$\bar{9}$2), avec $e^{12/5}$ (17.0.$\bar{1}\bar{7}$.2), b^1, $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1) et $d^{3/2}$ (fig. 217) ; cristaux blancs $d^{4/3}$ (43$\bar{7}$1), avec b^1, $e^{8/3}$ (11.0.$\bar{1}\bar{1}$.2), d^2, e^2 ; les faces b^1 oscillent avec un scalénoèdre b^x.

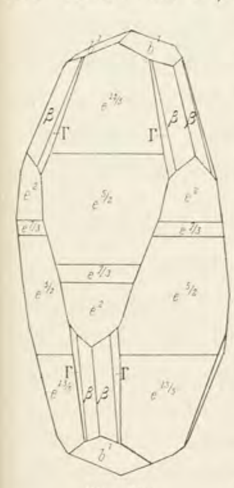


Fig. 218.
Calcite du Grand Rombach.

Les filons du Grand Rombach sont aussi riches en cristaux de calcite : d^2 e^3 (sur pyrite) ; p $b^{4/3}$ a^1 ; cristaux plus compliqués sur blende : $e^{13/5}$ (60$\bar{6}$1) $e^{5/2}$ (70$\bar{7}$1) β (45$\bar{9}$2) e^2 $e^{7/3}$ (10.0.$\bar{1}\bar{0}$.1) b^1. Les faces β sont très bombées et passent à Γ (7.7.$\bar{1}\bar{4}$.3), isoscéloèdre de la zone $e^{5/2}$ $e^{4/3}$ $d^{3/2}$ β (fig. 218).

Les filons barytiques et fluorifères de la carrière du Tempelhof, à

1. Sainte-Croix-aux-Mines se trouve à 4 km. en aval de Sainte-Marie-aux-Mines, mais sur le côté opposé (rive gauche) de la Liepvrette. C'est sur son territoire que se trouvent les vallons du Grand et du Petit Rombach. On confond souvent les minéraux de ce gisement avec ceux des mines voisines de la Croix-aux-Mines et de Sainte-Marie.

Bergheim, renferment, avec des mouches de galène et de chalcopyrite, des cristaux de calcite d^2, atteignant 3 centimètres ; ils sont implantés sur fluorine violette.

Enfin, il y a lieu de signaler dans le filon du Katzenbach, à Rimbach près Massevaux, des cristaux d'un jaune vineux, b^1, de calcite, recouvrant des rhomboèdres de dolomite, eux-mêmes implantés sur de la sidérite limonitisée.

Belfort. La calcite se rencontre comme rareté dans la région de Giromagny, implantée sur la gangue quartzeuse des minerais ; b^1 est presque constant, soit seul (mine Saint-Daniel), soit associé à un rhomboèdre inverse aigu, arrondi (mine Saint-Jean à Auxelles) et indéterminable.

Alpes. — *Savoie.* La collection de Haüy renferme un fragment de scalénoèdre (d^2) provenant de Pesey et mesurant 4 cm.

C'est probablement des anciennes mines des environs de Servoz (Montagne de Pormenaz en particulier) que proviennent des échantillons que j'ai vus dans de vieilles collections avec l'indication « Servoz » ; ils consistent en petits scalénoèdres d^2 cristallitiques, implantés sur du quartz hyalin, ou en des cristaux de la combinaison $b^1 e^2$, très allongés et groupés à axes parallèles sur des lames de dolomite, formées elles-mêmes par des groupements parallèles de rhomboèdres p.

Le filon de calcite et de sidérite de Léchaux près Moutiers, connu par son rutile aciculaire, renferme des géodes, dans lesquelles s'isolent de gros rhomboèdres p de calcite laiteuse et de sidérite ; ils constituent un élément même de la roche et non des cristaux d'origine secondaire.

Isère. La mine des Chalanches a fourni de nombreux et beaux cristaux de calcite. On a vu plus haut que les minéraux argentifères et cobaltifères de ce gisement ont la calcite pour gangue.

Héricart de Thury a cité les combinaisons suivantes (J. M. XX. 41. 1806) ; $p\ b^1\ d^2$; $e^{4/5}$; d^2 ; $e^1\ a^1$; $e^2\ b^1$; $e^{9/5}\ b^1$.

Le seul échantillon de ce gisement, que j'ai eu entre les mains vient de la dernière exploitation ; c'est un groupement à axes parallèles de cristaux à faces ternes, présentant les formes p (très développé), d^2 et probablement e^3.

Le filon quartzeux, exploité pour la galène au Grand Clot près de la Grave, renferme en assez grande abondance des cristaux de calcite, qui ne dépassent guère 1 centimètre de plus grande dimension, mais qui

sont souvent remarquablement nets. Ils sont incolores et limpides, blancs ou bruns, associés à des cristaux de sphène, d'anatase, d'adulaire, de quartz, etc. D'ordinaire, ces cristaux donnent dans la zone d^1 p b^1 des images ininterrompues sur un grand nombre de degrés, par suite de l'existence de nombreuses faces courbes, striées parallèlement à l'arête de zone ; j'ai cependant trouvé sur quelques exemplaires des faces assez nettes, d^2 et b^9 (8.1.$\bar{9}$.10), ainsi que des traces de p (type I a).

Je dois à M. Lesslin un groupe de cristaux de quartz de la Gardette, supportant de curieux groupements b^1 de calcite, réunis à axes parallèles, mais avec des irrégularités d'assemblage, qui donnent à l'ensemble l'apparence d'un champignon.

D'assez jolis cristaux de calcite se trouvent avec blende et galène dans les calcaires liasiques minéralisés du lac de Laffrey ; ceux que j'ai examinés sont des scalénoèdres d^2, opaques à faces arrondies ; C'est probablement de ce gisement que vient la combinaison e^2 p, figurée par Haüy (fig. 219).

Fig. 219.
Calcite de Laffrey.

Les filons quartzeux des environs de Vienne et particulièrement ceux de blende et de galène de la Poype ont fourni jadis de jolis cristaux de calcite b^1 e^2 ; e^3 b^1, e^3 p a^1 ; d^2 ; d^2 e^1 (avec barytine).

Esterel. — *Var*. La mine de blende des Bormettes a fourni des masses caverneuses de quartz blanc, originairement moulé sur des rhomboèdres p de calcite, aujourd'hui disparus, et qui atteignaient jusqu'à 9 centimètres de plus grande dimension.

Algérie. — *Alger*. J'ai observé de beaux cristaux de calcite incolore, provenant des mines de panabase de l'Oued Allelah ; ils appartiennent au type I b (b^1 e^2, avec faces courbes de la zone b^1 e^2). Le rhomboèdre b^1, avec ou sans e^2, se trouve avec chalcopyrite et dolomite dans la mine de panabase de l'Oued Bouchema.

Congo. — La calcite est la gangue principale de la dioptase de Mindouli ; elle se présente parfois en beaux cristaux dans les cavités miarolitiques de veinules spathiques, qui traversent les calcaires compacts minéralisés. La forme dominante est p existant souvent seul ; quelquefois, ce rhomboèdre est accompagné

de b^1, e^1, d^2, d^1, etc. réduits à des facettes linéaires ; dans d'autres cas, les cristaux présentent, e^3 assez développé, avec e^1, et des rhomboèdres inverses plus aigus, dont la courbure contraste avec la perfection des autres faces. Ces cristaux, qui peuvent atteindre 7 ou 8 millimètres, sont très limpides ; ils supportent de beaux prismes de quartz et de dioptase. La figure 220 représente une combinaison intéressante : p e^3 b^1 e^1 $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, dans laquelle se trouve un scalénoèdre, à faces courbes, très voisin de λ $(16\bar{7}1)$; ($p\lambda = 126°33'$; $\lambda\lambda = 164°$).

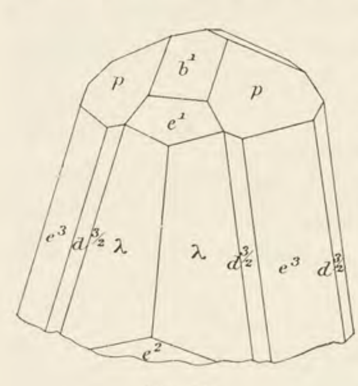


Fig. 220.
Calcite de Mindouli.

Les géodes de dioptase renferment parfois aussi des cristaux de calcite (rhomboèdres inverses aigus ou b^1), associés à des scalénoèdres b^x, dont l'arrondissement des faces et l'aspect terne contrastent avec la netteté des cristaux précédents.

La découverte de ces cristaux de calcite apporte la démonstration de l'hypothèse, que j'ai émise page 263 du tome I, sur la nature du minéral rhomboédrique, complètement pseudomorphisé en dioptase, que j'ai observé dans une collection d'échantillons de Mindouli, alors que l'on ne connaissait guère de ce gisement que des minéraux de cuivre.

b) *Filons ferrifères et manganésifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Ungemach m'a signalé de petits cristaux de calcite dans le minerai de manganèse de la mine d'Adervielle : $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ [et peut-être $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{13}.3)$] et e^1.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de pyrite qui, aux environs d'Alais (tome II, p. 584), se trouvent dans les calcaires jurassiques [1] ont fourni de magnifiques cristaux de calcite ; le gisement le plus intéressant à signaler à cet égard est celui de Saint-Julien-de-Valgalgues ; les cristaux s'y sont rencontrés surtout dans les parties pro-

1. Je place ici ce gisement à cause de sa nature filonienne bien nette ; au point de vue de l'origine, la calcite qu'il renferme se rapproche de celle de gîtes de substitution ; elle y résulte de la transformation sur place de la roche traversée.

fondes, non oxydées de la mine. Par l'éclat de leurs faces et leurs dimensions, ce sont les plus beaux cristaux de calcite que j'ai observés en France ; ils rappellent à certains égards, les meilleurs échantillons du Cumberland.

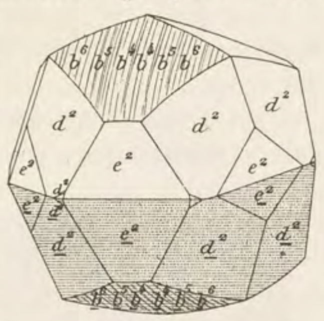


Fig. 221.
Macle suivant a^1. St-Julien-de-Valgalgues.

Les parois du calcaire sont généralement recouvertes de cristaux de 1 à 2 centimètres, incolores et limpides, sur lesquels sont fréquemment implantés des cristaux de grande taille, dont la couleur est d'ordinaire le jaune ambré. Dans les uns et les autres d^2 domine. Les petits cristaux sont généralement terminés par p ou par b^1, et quelquefois par les deux : les gros cristaux, au contraire, sont terminés seulement par des faces courbes et striées b^x, avec b^1 rarement distinct ; suivant les cristaux, on peut parfois, au goniomètre d'application,

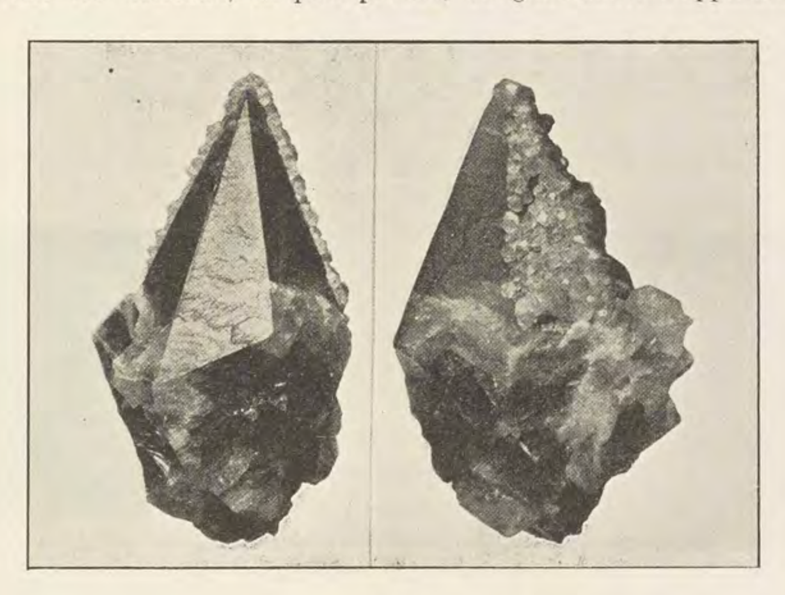


Fig. 222.
Gros scalénoèdre (d^2) jaune, recouvert de petits cristaux (d^2 b^1 e^2) blancs de calcite. St-Julien-de-Valgalgues. (*Réduction de moitié.*)

constater la prédominance de l'un ou de l'autre de ces scalénoèdres : b^4, b^5, b^6, etc., mais le plus souvent, le sommet du cristal est constitué

non par des faces, mais par des surfaces cylindriques, très brillantes. Le prisme e^2 ou des rhomboèdres aigus [$e^{9/4}$ ($13.0.\bar{13}.1$) à e^3 ($40\bar{4}1$)], à faces toujours bombées, sont constants, mais peu développés.

Deux types sont réalisés, suivant que d^2 domine ou que



Fig. 223.

Macle suivant b^1 avec développement normal des deux scalénoèdres (d^2) composants. St-Julien-de-Valgalgues. (*Grandeur naturelle.*)



Fig. 224.

Macle suivant b^1 avec allongement suivant une arête d^2 b^1 et suppression de toutes les faces d^2 à l'exception de quatre. St-Julien-de-Valgalgues. (*Grossissement d'environ deux diamètres.*)

les formes du pointement sont aussi développées que ce scalénoèdre ; dans ce dernier cas, le cristal présente un aspect globuleux (fig. 221).

Les gros cristaux sont presque invariablement maclés par accolement, suivant a^1, alors que cette macle manque généralement dans les petits cristaux incolores.



Fig. 225.

Macle suivant e^1 de deux cristaux (d^2 b^1). St-Julien-de-Valgalgues (*Grandeur naturelle.*)



Fig. 226.

Même macle que dans la fig. 225, mais les faces d^2, limitrophes de la ligne de macle, sont très réduites. St-Julien-de-Valgalgues. (*Environ grandeur naturelle.*)

Parfois, deux faces opposées de d^2 prennent un développement anormal et le cristal s'allonge suivant leur arête d'intersection (fig.

25) ; ce cas est particulièrement réalisé, quand l'axe vertical des cristaux n'est pas perpendiculaire à la paroi sur laquelle ils sont implantés.

J'ai observé un très gros demi-cristal (7 centimètres) jaune foncé, uniquement formé par d^2 ; trois de ses faces seulement (fig. 222) sont entièrement recouvertes par des cristaux de calcite de seconde génération, ne dépassant pas un centimètre ; ils sont incolores et limpides et présentent les formes d^2, b^1, e^2. Toutes leurs faces, diversement orientées, sont suivant une direction commune, colorées en gris de fumée par des inclusions microscopiques. Plusieurs d'entre eux présentent la macle suivant b^1, dont j'ai trouvé aussi quelques magnifiques cristaux limpides de 1 cm. 5 environ, reposant sur des cristaux également incolores, implantés sur une paroi calcaire.

Ces macles rappellent celles de Guanajuato et offrent les deux types, représentés par les figures théoriques 4 et 5 ; les cristaux élémentaires sont moins simples cependant que dans ces figures. Le premier type (fig. 223) est une macle en cœur, dont les deux composants, terminés par b^1 et p, ont leur développement normal. Le second (fig. 224) est prismatique suivant la zone d^2 b^1 : les cristaux élémentaires présentent toujours de petites faces p dans la zone d'allongement, et sont terminés par des faces p en escalier croissant régulièrement à partir de la ligne de macle. Il n'existe qu'un très petit angle rentrant (d^2 d^2).



Fig. 227.
Macle suivant e^5 de la calcite de St-Julien-de-Valgalgues.
(*Grossissement de* 4/3 *environ*.)

Enfin, il me reste à signaler la macle plus rare suivant e^1 ($02\bar{2}1$), dont j'ai étudié deux beaux exemplaires (cristaux jaunâtres de la forme d^2 b^1), dont la photographie est représentée par les fig. 225 et 226. Dans l'un d'eux, dépourvu d'angle rentrant (fig. 226), les faces d^2 $\underline{d^2}$, en zone avec le plan de macle, sont à ce point développées qu'elles ont presque fait disparaître toutes les autres faces. L'angle $p\underline{p}$ mesuré est de 144° 28'.

Les figures 227 et 228 représentent une macle nouvelle, suivant e^5

($20\bar{2}1$), inverse de e^1, dont je n'ai trouvé qu'un exemplaire implanté sur un échantillon présentant les macles précédentes. Les faces b^1 $\underline{b^1}$ sont presque sur le même plan.

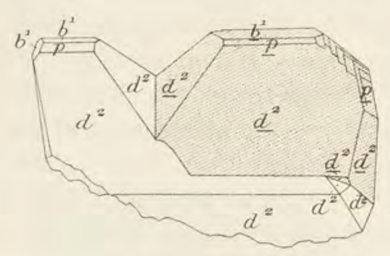


Fig. 228.
Macle suivant e^3 ; figure théorique de l'échantillon représenté par la figure précédente.

Ce gisement de Saint-Julien-de-Valgalgues peut être comparé à celui d'Union Springs (New-York), décrit par Penfield et Ford, qui y ont trouvé aussi les macles suivant a^1, b^1 et e^1, associées dans les mêmes géodes : le scalénoèdre dominant y est tantôt d^2 comme ici, et tantôt $d^{7/4}$ ($7.4.\bar{1}\bar{1}.3$).

Les gros cristaux de calcite de Saint-Julien-de-Valgalgues sont quelquefois recouverts de lamelles incolores de barytine.

Ardèche. La calcite est fréquente dans les gisements d'hématite de la Voulte et de Privas ; la forme dominante est b^1, très strié, accompagné ou non de e^1. Un grand nombre de cristaux de même forme sont souvent emboîtés les uns dans les autres à axes à peu près parallèles.

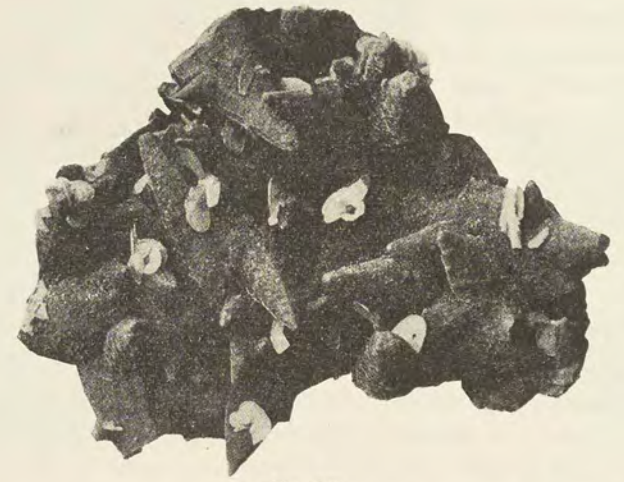


Fig. 229.
Scalénoèdres de calcite transformés en romanéchite et supportant des cristaux de barytine. Romanèche.
(*Photographie un peu grossie.*)

Des macles suivant a^1 avec pénétration (type de la figure 140) se rencontrent à la Voulte.

Ces rhomboèdres recouvrent généralement de petits cristaux de

sidérite ; ils atteignent 1 centimètre de plus grande dimension, ils supportent parfois (La Voulte) de magnifiques cristaux de barytine. M. Ungemach m'a signalé à la Voulte la combinaison d^2 e^3.

De très jolis cristaux b^1 de calcite, empilés suivant l'axe vertical et saupoudrés de petits rhomboèdres de sidérite, ont été rencontrés à Saint-Priest.

Saône-et-Loire. Ceux des filons manganésifères de Romanèche, qui traversent le granite (voir à *romanéchite*) ne renferment des cristaux de calcite que comme extrême rareté, alors que ce minéral est très abondant dans le gîte de substitution de la même localité (voir page 572). Mais par contre, on y trouve parfois des pseudomorphoses et des périmorphoses intéressantes de calcite en romanéchite. A une période ancienne de l'histoire des filons, le carbonate de calcium a donc pu s'y former, mais y était instable.

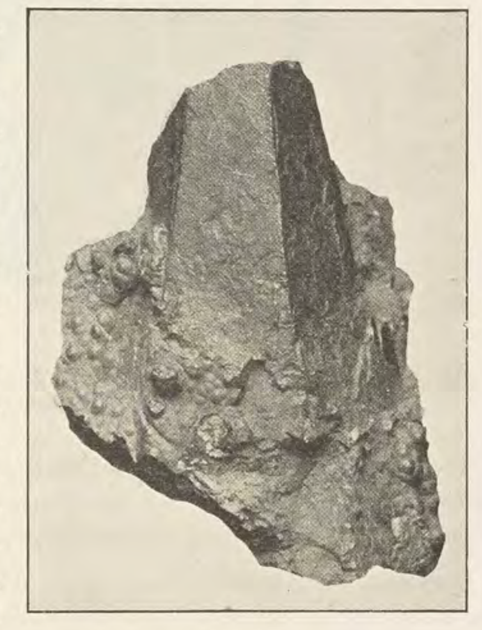


Fig. 230.
Scalénoèdre ($d^5|_4$) de calcite transformé en romanéchite. Romanèche. (*Grandeur naturelle.*)

Les pseudomorphoses atteignent parfois une grande taille (5 cm.); elles sont souvent creuses. On les rencontre très rarement entières ; ce sont des scalénoèdres $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$ (fig. 230) ou exceptionnellement des rhomboèdres e^1. La figure 229 représente des cristaux de même forme, qui ont pris des formes arrondies par suite de la production à leur surface d'aiguilles de romanéchite, à éclat velouté.

J'ai observé au milieu de la romanéchite concrétionnée de petites lames du même minéral, ayant la forme d'un triangle très aigu ; elles sont mélangées pêle-mêle. Ce sont des périmorphoses disloquées ; la romanéchite s'est déposée tout d'abord sous forme de minces plaquettes à la surface de scalénoèdres de calcite ; ceux-ci ont ensuite disparu. L'enveloppe creuse, qui les limitait, a été plus tard elle-même

disloquée, ses fragments ont été entraînés dans le filon, puis recimentés par une formation nouvelle de romanéchite (fig. 231). J'ai

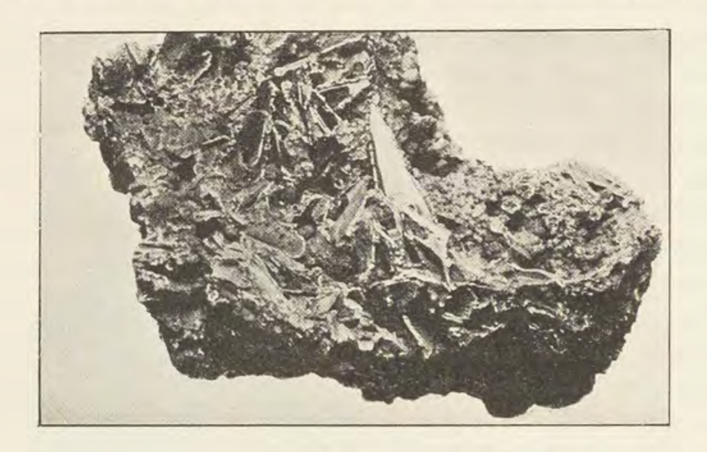


Fig. 231.
Carapace disloquée de périmorphoses de calcite en romanéchite concrétionnée. Romanèche.
(*Photographie un peu grossie.*)

souvent recueilli à Romanèche des périmorphoses analogues effectuées aux dépens de la barytine, mais elles sont constituées par de l'hématite manganésifère et sont d'ordinaire intactes.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines d'hématite de Framont et de ses environs [La Chapelle, Grandfontaine (voir page 270)] ont fourni de très beaux cristaux incolores ou roses de calcite, se trouvant comme élément le plus récent dans des druses constituées par de la dolomite rhomboédrique ou par de la calcite en masses clivables. Ces cristaux sont associés à de petits rhomboèdres selliformes de siderite, à des lamelles d'hématite, quelquefois à de la pyrite, à de la barytine.

Fig. 232 et 233.
Calcite de Framont. Formes communes.

Carrière a donné dans son mémoire sur Framont la liste d'un assez grand nombre de formes, liste qui a été complétée par M. Stöber dans un travail plus récent (*Abhandlung geol. Specialkarte Elsass-Lothr.* V, 15, 1892) auquel sont empruntées la plupart des figures données ci-contre.

Le type le plus commun est caractérisé par la combinaison e^2 b^1 (fig. 18 et 19) ; ces cristaux atteignent 3 centimètres suivant l'axe vertical. A ce type peut être rattachée toute une série de combinaisons, dans lesquelles le pointement étant toujours constitué par b^1, les prismes sont remplacés ou accompagnés par des rhomboèdres plus ou moins aigus, les uns directs, $e^{11/4}$ (50$\bar{5}$1), $e^{11/5}$ (16.0.$\overline{16}$.1) (fig.20), e^3 (40$\bar{4}$1), (fig. 232 et 233), les autres inverses [$e^{9/5}$ (0.14. $\overline{14}$.1)] (fig. 21), auxquels s'ajoutent parfois des facettes des scalénoèdres d^2, d^3 ou, d'après Des Cloizeaux, $d^{5/4}$ (54$\bar{9}$1). Toutes ces combinaisons conservent, grâce à la prédominance des rhomboèdres très aigus, un faciès pseudo-prismatique très net.

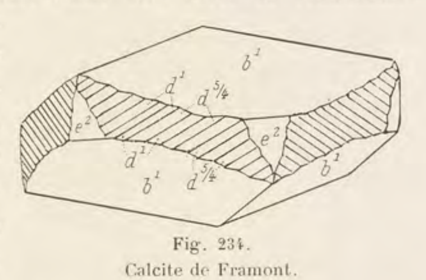


Fig. 234.
Calcite de Framont.

La fig. 234 m'a été communiquée par M. Ungemach : elle représente la combinaison $d^{5/4}$ $d^{11/8}$ (11.8.$\overline{19}$.3) ? d^1, b^1 et un rhomboèdre voisin de e^2 : l'échantillon provient de la Mine jaune.

La figure 235 représente un cristal de la même collection dans lequel il n'existe pas de faces prismatiques.

Fig. 235.
Calcite de Framont

Le type II c : (d^1 et e^2 surmontés de b^1) est moins fréquent que le précédent [fig. 236, d'après Haüy (*op. cit.* fig. 80)].

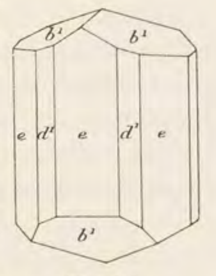


Fig. 236.
Calcite de Framont.

Beaucoup plus rares sont les cristaux appartenant au type scalénoédrique (type III, a) ; les plus habituels de ceux-ci sont caractérisés par la prédominance d'un scalénoèdre très aigu $d^{5}/_{4}$ (54$\bar{9}$1), qui existe parfois seul (fig. 237), mais qui est le plus souvent associé à un rhomboèdre aigu à arêtes arrondies $e^{22/17}$ (0.13.$\overline{13}$.4), avec ou sans a^1 (fig. 238).

La combinaison $d^{5/4}$ $e^{6/5}$ (0.11.$\overline{11}$.4) a été trouvée à la Mine jaune, au milieu des cavités de la dolomite. M. Ungemach m'a signalé $d^{6/5}$ (6.5.$\overline{11}$.1) en cristaux hyalins, à la Mine de la Chapelle.

Des cristaux de même aspect, mais avec $d^{15/13}$ (15.13.$\overline{28}$.2) comme

forme dominante, accompagnés de $e^{22/17}$ et de p, ont été aussi rencontrés (fig. 239). Ces scalénoèdres, d'ordinaire limpides, rappellent par leur forme aciculaire les cristaux d'aragonite du même gisement ; ils se trouvent soit isolés, soit groupés en buisson et atteignent 1 centimètre suivant l'axe vertical.

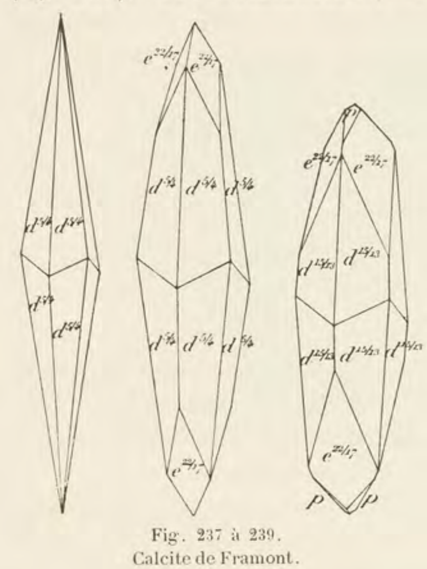


Fig. 237 à 239. Calcite de Framont.

M. Stöber a décrit, en outre, des cristaux, dans lesquels la forme dominante est d^2 ($21\bar{3}1$) avec e^2, e^3, b^1 et $e^{11/4}$ ($50\bar{5}1$) ; ils sont souvent constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ; cette structure donne au cristal résultant une teinte d'un blanc de lait, avec un éclat un peu nacré.

Enfin Carrière a signalé à la Mine jaune des pseudomorphoses en quartz de cristaux de calcite de la combinaison d^2 p, qui n'a pas été rencontrée encore à l'état intact dans ce gisement.

c) *Dans les filons arsenifères.*

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Des recherches sont faites actuellement à Duranus sur des veines de calcite spathique, riches en réalgar [1]. Celles-ci se trouvent dans les mêmes conditions géologiques que les filonnets d'orpiment de Lucéram (t. II, p. 445), c'est-à-dire au milieu des marnes crétacées. Les cavités sont peu nombreuses, elles renferment des cristaux nets de calcite d^2 b^1, avec accessoirement b^1, e^1, e^2.

d) *Dans les filons de quartz non métallifères.*

Les filons de quartz, qui n'appartiennent pas aux catégories précitées, renferment assez souvent des cristaux de calcite ; je n'ai pas à signaler de

1. Ce gisement, fournissant de belles masses cristallines de réalgar, est à ajouter à ceux cités au paragraphe 3e de la page 442 du tome II. Depuis la publication de ce volume, j'ai à signaler, en outre, de beaux échantillons du même minéral, trouvés dans une recherche de panabase à Lina, près la Chapelle-Sainte-Croix en Alzen (*Ariège*).

gisement remarquable de ce genre, autres que ceux dans lesquels, par suite d'un changement survenu dans la composition des eaux, qui ont déterminé le remplissage du filon, la calcite a été périmorphisée ou pseudomorphisée en quartz. Le plus généralement, non seulement ces cristaux de calcite ont été transformés en quartz, mais encore ils ont été en outre recouverts par du quartz d'orientation quelconque, qui les a encapuchonnés. Grâce à l'existence d'une faible couche argileuse, ce quartz n'adhère pas toujours fortement aux pseudomorphoses et il est ainsi possible d'en obtenir une empreinte en creux et en relief (fig. 42, page 76).

Maine. — *Maine-et-Loire*. Les filons de quartz de la Changerie en Beaucouzé renferment de nombreuses pseudomorphoses de calcite en quartz ; ces cristaux, dans lesquels il reste parfois encore un peu du minéral originel, ont souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension. Ce sont des scalénoèdres d^2 ou des rhomboèdres à arêtes courbes. Ces derniers sont généralement épigénisés par du quartz fibreux, qui, souvent aussi, les encapuchonne, de telle sorte qu'il est possible d'extraire les moules en creux et en relief du cristal.

Quant aux scalénoèdres, ils sont creux ; la carapace siliceuse, qui les constitue, est formée par des couches concentriques de quartz fibreux, laissant entre elles de nombreux interstices, souvent remplis par une argile ferrugineuse. Tandis que les rhomboèdres ont une surface lisse, la surface des scalénoèdres est hérissée de pointements cristallins de quartz.

Plateau Central. — *Loire*. Des cristaux de calcite, pseudomorphisés en quartz, ont été signalés par Passinges (*J. M.* VII. 201, 1797) dans un filon quartzeux, situé à la sortie de Montbrison, sur la route de Châtelneuf.

La collection du Muséum possède des échantillons de ces pseudomorphoses ; ce sont des scalénoèdres d^2, simples ou maclés suivant a^1, parfois creux ; leur surface est hérissée de pointements de quartz, comme dans les pseudomorphoses de Beaucouzé.

M. Drian a cité des pseudomorphoses de calcite en quartz dans un filon de quartz à Pont-la-Terrasse : la combinaison observée est $p\, d^{7/4}\, d^{5/2}$.

Puy-de-Dôme. La fig. 42 de la page 76 reproduit un échantillon de calcite pseudomorphisée en quartz, provenant du filon quartzeux de

Charbonnières-les-Varennes, en même temps que sa contre-empreinte en quartz. Les cristaux de quartz, qui le constituent, sont allongés suivant l'axe vertical et implantés normalement à la surface de la calcite. Les formes dominantes de ces cristaux sont p et $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$. M. Gonnard y a aussi trouvé des scalénoèdres d^2, à surface chagrinée (*C. R.* CVII. 667. 1888).

Cantal. Des pseudomorphoses de gros rhomboèdres semblables à celles du gisement précédent se trouvent dans un filon de quartz, sur la route allant de Laroquebrou à la Ségalassière.

e) *Dans les gîtes métallifères de substitution.*

Dans les divers filons étudiés plus haut (voir note 1, page 560), sauf dans le cas où le terrain encaissant est calcaire, la calcite est le résultat d'un apport venu de la profondeur, au même titre que les autres minéraux, métalliques ou non, qui l'accompagnent. Dans les gisements, dont il va être question ici, au contraire, les produits métalliques venus de la profondeur et ayant par suite une origine filonienne, se sont progressivement substitués par double décomposition au calcaire servant de gangue au gîte métallifère. Le carbonate de calcium n'a pas toujours été complètement éliminé et, dans bien des cas, il a recristallisé d'une façon remarquable. Ce sont les cristaux de ce genre dont je vais m'occuper.

α) Gîtes calaminaires.

La calcite est très abondante dans tous les gisements calaminaires français, mais ses cristaux, d'ordinaire d'un blanc de lait, sont généralement peu intéressants et souvent peu distincts, leurs faces sont fréquemment courbes; il serait intéressant de rechercher s'ils ne doivent pas cette particularité à une petite teneur en oxyde de zinc.

Algérie. — Parmi les échantillons assez nombreux, que j'ai eus entre les mains, ceux de deux localités seulement méritent une mention.

Oran. A l'Oued Ouarsenis, les cristaux, e^1 ou $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, avec fréquemment de petites facettes p et a^1, sont abondants; ils sont parfois groupés en grand nombre à axes imparfaitement parallèles et présentent la particularité d'être recouverts d'une pellicule fort mince de calcite, qui leur donne un éclat nacré extrêmement vif. Ces lamelles sont peu adhérentes et peuvent être aisément enlevées; elles sont assez minces pour donner en lumière polarisée des teintes du premier

ordre de la gamme de Newton ; leur orientation est celle de la face dont on les a détachées. Elles se différencient ainsi de la calcite lamellaire, nacrée, ordinaire, qui est aplatie suivant la base.

Constantine. Les cavités miarolitiques du mélange de willémite et de calamine, qui constitue l'un des minerais de Bou-Thaleb, renferment d'assez jolis cristaux limpides de calcite, dont la forme unique ou dominante est p.

Tunisie. — J'ai examiné de très petits cristaux, fort brillants, mais très enchevêtrés de calcite, formant des groupes clairsemés dans les cavités de la smithsonite de Kanghuet ; la forme dominante est p, avec de petites facettes e^1 et un rhomboèdre à faces courbes, qui paraît être $e^{12/17}$ $(0.29.\overline{29}.22)$.

Au Djebel Azered près Thala, cristaux laiteux et très éclatants formant des groupements cristallitiques stalactiformes très complexes, dans lesquels prédominent p, b^1, avec aussi de petites facettes e^1.

Tonkin. — M. Dupouy m'a donné de beaux rhomboèdres, p, un peu polysynthétiques, de 2 cm. provenant du gîte de Trang Da, près de Tuyen Quang.

β) Gîtes ferrifères et manganésifères

Pyrénées. — *Ariège*. La limonite de la mine de Rancié-en-Sem, près Vicdessos, renferme assez fréquemment des cristaux de calcite, atteignant parfois une grande taille ; ils se trouvent à l'intérieur de géodes mamelonnées de limonite fibreuse et constituent le dernier minéral formé. Ces cristaux paraissent avoir été plus abondants dans les parties de la mine anciennement exploitées que dans celles où l'on travaille actuellement. Les formes sont assez variées.

J'ai observé dans d'anciens échantillons le rhomboèdre e^1 et la combinaison $d^{4/3}$ $(43\overline{7}1)$ e^1 (fig. 240) ; les cristaux blancs et parfois jaunâtres, irrégulièrement colorés et seulement translucides, forment des groupements à axes parallèles, dont l'ensemble est très allongé suivant l'axe vertical. Dans les échantillons que j'ai recueillis il y a quelques années, la forme dominante est e^1, avec des faces très courbes et probablement aussi $e^{6/7}$ $(0.13.\overline{13}.8)$, associés à p et à des faces a^1 bombées et irrégulières : dans

Fig. 240.
Calcite de Rancié.

d'autres cristaux (3 à 5 millimètres), la forme dominante est le rhomboèdre cuboïde $e^{4/5}$.

Enfin, il me reste à signaler des cristaux raccourcis de la forme b^1e^2 d'un beau blanc laiteux, dont les sommets rhomboédriques sont jaunes et limpides ; e^2 est parfois remplacé par des faces bombées $e^{5/9}$ ($08\bar{8}1$).

On a trouvé aussi à Rancié des échantillons stalactiformes de calcite, rappelant par leur forme l'aragonite coralloïde du même gisement et constitués soit par de petits rhomboèdres aigus indéterminables, soit par des scalénoèdres arrondis (d^2, $d^{7/4}$) enfilés et enchevêtrés à la suite les uns des autres sans ordre géométrique (fig. 177).

Pyrénées-Orientales. Les mines de limonite du Canigou (notamment celle de Fillols) présentent les mêmes particularités que celles de Rancié. Les cristaux de calcite, que j'ai examinés et qui proviennent de vieilles exploitations, offrent des formes variées : souvent ils consistent uniquement en rhomboèdres aigus transparents ou d'un blanc laiteux et opaque ; $e^{4/3}$ ($07\bar{7}2$), $e^{6/5}$ ($0.11.\bar{1}\bar{1}.4$), $e^{8/7}$ ($05\bar{5}2$) seuls ou associés, d'autres sont scalénoédriques (fig. 241).

Fig. 241.
Calcite de Fillols.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. On a vu, page 565, que la calcite est extrêmement rare dans les filons manganésifères de Romanèche traversant le granite. Elle constitue au contraire la gangue de la romanéchite dans l'amas de substitution de cette même mine. Cet amas résulte d'une transformation progressive du calcaire à gryphées ;

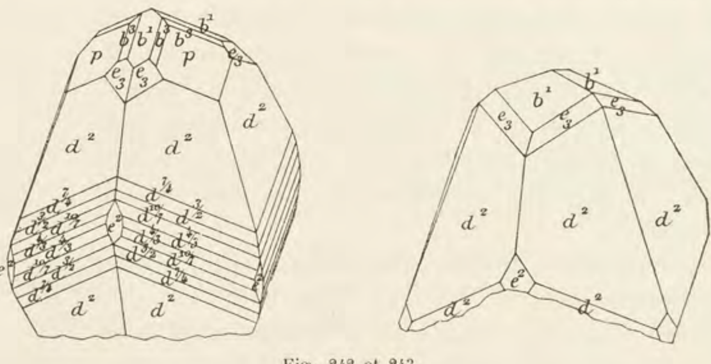


Fig. 242 et 243.
Calcite de Romanèche.

il est possible de recueillir des blocs de ce calcaire, dans lesquels une même gryphée est en partie intacte et en partie transformée en romanéchite. Celle-ci est curieusement concrétionnée et toutes ses cavités sont remplies de calcite clivable. Le même minéral tapisse des cavités avec ses cristaux limpides et éclatants, tantôt incolores, tantôt légèrement jaunâtres et parfois constitués par des couches successives, de couleurs différentes ; ils atteignent 4 centimètres suivant l'axe vertical.

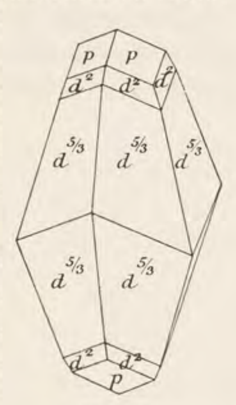
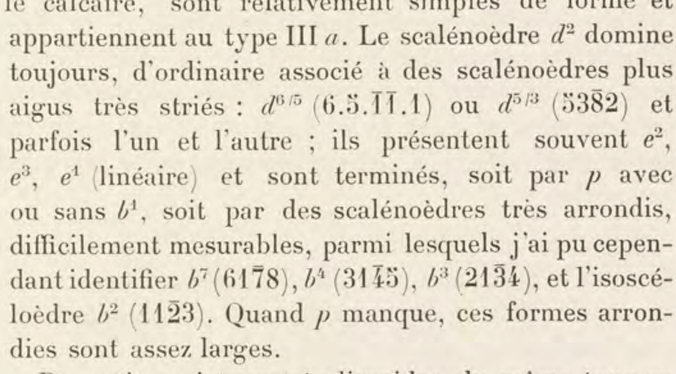


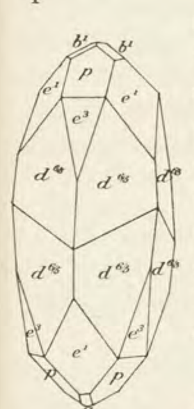
Fig. 244
Calcite de Romanèche.

Ces cristaux se rencontrent, soit dans les cavités du calcaire à gryphées rubéfié, mais non encore transformé, soit dans celles du minerai de manganèse. Ils sont toujours implantés normalement ou obliquement à leur gangue, et ne sont par suite jamais entiers ; je n'y ai observé aucune macle.

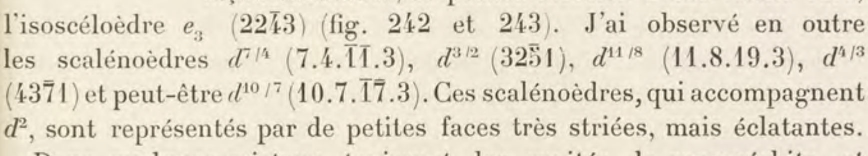
Des cristaux dépassant 1 centimètre de plus grande dimension, implantés sur le calcaire, sont relativement simples de forme et



appartiennent au type III *a*. Le scalénoèdre d^2 domine toujours, d'ordinaire associé à des scalénoèdres plus aigus très striés : $d^{6/5}$ $(6.5.\bar{1}\bar{1}.1)$ ou $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ et parfois l'un et l'autre ; ils présentent souvent e^2, e^3, e^1 (linéaire) et sont terminés, soit par p avec ou sans b^1, soit par des scalénoèdres très arrondis, difficilement mesurables, parmi lesquels j'ai pu cependant identifier b^7 $(61\bar{7}8)$, b^4 $(31\bar{4}5)$, b^3 $(21\bar{3}4)$, et l'isoscéloèdre b^2 $(11\bar{2}3)$. Quand p manque, ces formes arrondies sont assez larges.


Fig. 245.
Calcite
de Romanèche.

De petits cristaux très limpides du même type se trouvent dans la romanéchite imprégnée de calcite lamellaire et aussi dans le calcaire rubéfié. Ils sont terminés par p, avec parfois b^3, b^5 $(41\bar{5}6)$ et d'une façon constante, de petites facettes d'une forme rare,



l'isoscéloèdre e_3 $(22\bar{4}3)$ (fig. 242 et 243). J'ai observé en outre les scalénoèdres $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, $d^{11/8}$ (11.8.19.3), $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$ et peut-être $d^{10/7}$ $(10.7.\bar{1}\bar{7}.3)$. Ces scalénoèdres, qui accompagnent d^2, sont représentés par de petites faces très striées, mais éclatantes.

Dans quelques cristaux, tapissant des cavités de romanéchite, et

dépassant 1 cm. 5 suivant l'axe vertical, la forme dominante est $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$), alors que d^2 ne constitue plus qu'une petite facette bordant les faces p qui terminent généralement ces cristaux (fig. 244) ; $d^{5/3}$ est très strié, mais fort brillant. La figure 245 représente une autre combinaison, dont d^2 est absent.

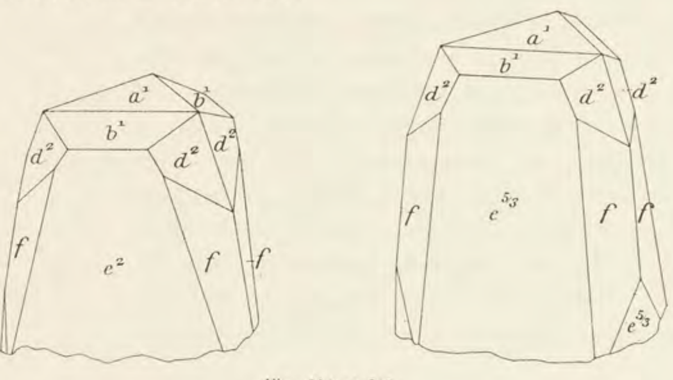


Fig. 246 et 247.
Calcite de Romanèche.

Enfin, j'ai trouvé jadis dans la collection de M. Chamussy un petit échantillon, offrant une forme curieuse, et dont il existe aussi des cristaux dans la collection de Des Cloizeaux : ils sont formés par les combinaisons : a^1 b^1 d^2, f ($12.11.\bar{23}.4$) [1] avec, suivant les cristaux, e^2 (fig. 246), ou $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$) (fig. 247). Il existe parfois sur a^1 des gouttières parallèles aux arêtes a^1 b^1.

Algérie. — *Alger*. Les poches ferrugineuses (limonite) du calcaire liasique de Milianah sont tapissées de gros cristaux transparents (e^1 a^1 p) de calcite ; ils sont quelquefois ternis par corrosion ; les arêtes a^1 et e^1 sont remplacées par des faces courbes.

Oran. Rhomboèdres b^1 blancs, empilés suivant l'axe vertical, sur cristaux indistincts de sidérite, qui recouvrent eux-mêmes la magnétite du Djebel Mzaita, près de Lourmel.

Constantine. Les gisements du Djebel Ouenza (voir sidérite) renferment des cristaux de calcite implantés sur l'hématite : j'ai observé parmi des échantillons que je dois à M. Coëz : 1° des scalénoèdres incolores ou laiteux formés autour d'un cristal de même forme, jaune ; d^2, e^3, e^2 dominent avec scalénoèdres courbes de la zone d^2 e^1 ;

1. Cette forme est le f de Des Cloizeaux, mais j'ai adopté la rectification de notation proposée par M. Cesàro (Mém. sur la calcite de Rhisnes, *op. cit.*, p. 344).

2° des cristaux absolument incolores et hyalins paraissant verts, parce qu'ils forment une sorte de glaçage à la surface de mamelons de malachite, recouvrant eux-mêmes des cristaux de sidérite pseudomorphisés en hématite. Les formes de la calcite sont peu distinctes, par suite de l'enchevêtrement des cristaux, j'y ai noté cependant les formes suivantes p, b^1, b^x (très striées), d^2, e^2.

Tunisie. M. de La Durandière m'a communiqué une curieuse stalactite de limonite provenant du Djebel Gheriffa, couverte de cristaux de calcite aplatis suivant une base bombée, que bordent divers rhomboèdres : b^1, e^1 et des formes aiguës voisines de e^2.

γ) Gîtes antimonifères.

Je ne cite que pour mémoire ce genre de gisement fréquent en Algérie (voir p. 16 et tome II, p. 457). Je n'ai vu de cette provenance que de la calcite lamellaire.

ε) Remplissage incomplet de fentes dans diverses roches.

La calcite se rencontre dans les fentes incomplètement remplies d'un grand nombre de roches non calcaires, dont il a été question déjà à l'occasion du quartz. Dans bien des cas, notamment dans les roches basiques, elle peut être regardée comme le résultat d'une altération sur place de la roche traversée, mais plus souvent elle a été apportée par des circulations d'eau.

Elle est accompagnée de cristaux de zéolites, de quartz, d'épidote, d'axinite, de prehnite, d'asbeste, de chlorite, d'anatase, de brookite, d'ilménite, etc., et l'on peut constater que sa cristallisation est contemporaine de celle de ces minéraux, qu'elle recouvre, qu'elle englobe ou qu'elle supporte (Oisans, Piquette déras lids, etc.).

Là encore je ne citerai que les gisements remarquables par quelque particularité.

Normandie. — *Orne*. Les fentes de la granulite de Pontpercé en Condé-sur-Sarthe renferment des masses lamellaires papyracées de calcite, aplaties suivant la base.

Bretagne. — *Finistère*. J'ai recueilli dans les fentes de la kersantite de l'Hôpital Camfront, près Brest, la même variété lamellaire de calcite, dont les lamelles alternent avec des lames extrêmement minces de quartz hyalin ; elles englobent un peu de fluorine violette.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les zéolites du tunnel de Cambo (chabasie, heulandite, stilbite, analcime) sont accompagnées dans les fentes du gneiss par des cristaux nets de calcite, offrant la forme a^1 d^1 $(11\bar{2}0)$, avec parfois de petites facettes p : ils sont aplatis suivant la base (fig. 248).

La combinaison b^1 e^2 se rencontre dans les fentes des schistes paléozoïques d'Asté-Béon.

Hautes-Pyrénées. Les fentes du granite et des assises sédimentaires (calcaires et schistes) modifiées à son contact aux environs de Barèges (voir à *albite*, *quartz*, *axinite*) et notamment à la Piquette déras lids, renferment en abondance de la calcite ; elle s'y présente le plus souvent sous forme de grandes masses, parfois transparentes comme le spath d'Islande, englobant ou supportant des cristaux d'axinite, de prehnite (koupholite), d'épidote, de quartz, de l'asbeste. J'ai observé des filonnets de quelques centimètres ou même de quelques décimètres de longueur, entièrement remplis par de la calcite, qui possède une orientation uniforme, dans un volume de la grosseur de la tête : cette calcite englobe de l'asbeste, ou du quartz, dont les fibres ou les cristaux sont implantés normalement aux parois de la fente et par suite régulièrement distribués dans leur hôte, mais sans que les deux minéraux aient de relations géométriques constantes. Plus rarement, il existe des cristaux nets de calcite. La collection du Muséum possède un groupe de deux gros rhomboèdres p, tronqués par a^1 (fig. 250), provenant de la Piquette.

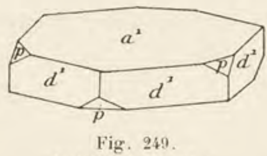


Fig. 249.
Calcite de Cambo.

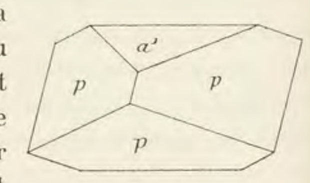


Fig. 250.
Calcite de la Piquette déras lids.

Dans la même région, ainsi que dans le massif du Pic du Midi, la calcite laminaire suivant a^1 est fréquente. Enfin, M. Goguel a signalé (*B. S. M.* XI, 156, 1888) dans les fondations de l'Observatoire du Pic, des cristaux nets de cette forme, qui sont limités par des faces p.

De beaux échantillons analogues ont été rencontrés au lac d'Iléou, près Cauterets.

Haute-Garonne. De belles lames de calcite, lamellaires suivant la base, ont été trouvées, il y a quelques années, dans les fentes de la granulite de Bagnères-de-Luchon ; elles étaient moulées sur les parois, produisant des surfaces ondulées, comparables à un linge mouillé appliqué sur une roche.

Pyrénées-Orientales. La même variété de calcite constitue dans les fentes du granite d'Amélie-les-Bains des lames qui, au contraire, sont très planes, et s'enchevêtrent, pour former des masses caverneuses légères, remplies de vides polyédriques.

Plateau Central. — *Ardèche. Loire.* La calcite lamellaire se trouve aussi dans les fentes du granite de Tournon (*Ardèche*), dans celles du gneiss de Cornillon près le Pertuiset (*Loire*). D'après M. G. Friedel (*B. S. M.* XIX. 215. 1896), les lames très minces de ce dernier gisement ne présentent pas de clivages rhomboédriques, elles ont une densité (2,64) et une dureté inférieures à la normale. A la Chaudière en Bellegarde se trouvent des veines (2 cm. 5 de largeur) de calcite blanche, fibreuse suivant une arête *pp*.

Haute-Loire. Les filonnets de quartz fibreux de Coste Cirgues, près Brioude, décrits page 72, ont parfois leur partie centrale remplie par de la calcite fibreuse, dont les fibres se trouvent sur le prolongement de celles du quartz. Elles sont allongées suivant une arête *pp*.

Haute-Vienne. La collection du Muséum possède un échantillon, indiqué comme provenant des environs de Limoges. C'est une granulite altérée recouverte de petits cristaux d^2 b^4 ($31\bar{4}5$) de calcite blanche, associés à de l'albite (type I *a* bis).

Charente. Les fentes du granite de Saint-Maurice-de-Confolens, sur la bordure extrême ouest du Plateau central, renferment de la calcite papyracée.

Rhône. — M. Gonnard a signalé (*Min. Rhône et Loire*, 1906.76) de beaux cristaux (3 cm. 5) de calcite : e^1 d^2 d^1 dans les fentes du gneiss du tunnel de la Gorge du Loup, au nord de Lyon.

Vosges. — [*Alsace*]. Les fentes des kersantites et des minettes des Vosges sont souvent traversées par des veinules de calcite lamellaire. M. Stöber a observé (*Abhandl. Specialkarte Elssass Lothr.* V., n° 1, p. 24) dans une carrière, située sur la route de Sainte-Marie-aux-Mines à Saint-Dié, des cristaux noirs de 5 à 15 millimètres accompagnant de la barytine, de la dolomite et de l'hématite. Ils présentent le scalénoèdre $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) comme forme dominante, avec en outre e^3 ($40\bar{4}1$), e^2 et une série de rhomboèdres inverses : $e^{6/5}$ ($0.11.\bar{1}\bar{1}.4$), $e^{3/5}$ ($08\bar{8}7$), $e^{1/3}$ ($04\bar{4}5$), b^1 ; des macles suivant a^1 se rencontrent parmi eux, accompagnées par d'autres cristaux (e^2 b^1) de formation plus

récente. M. Ungemach m'a signalé dans ce gisement de beaux scalénoèdres d^2, supportant des cristaux de quartz.

Alpes. — *Massif du Mont Blanc. Haute-Savoie.* Les cristaux de quartz, qui tapissent les fentes de la protogine et des roches cristallines ou paléozoïques du massif du Mont Blanc, sont parfois accompagnés de beaux rhomboèdres (p) de calcite ; j'en ai observé mesurant 5 centimètres d'arête ; ils sont laiteux ou imprégnés de ripidolite : Dôme du Goûter, Aiguille du Goûter (pa^1). M. Le Roux m'a communiqué un grand scalénoèdre d^2 (15 centimètres) isolé de sa gangue et indiqué comme provenant de Chamonix, peut-être a-t-il été recueilli dans un gisement de ce genre, à moins qu'il ne provienne des fentes des calcaires sédimentaire du massif.

La collection Haüy renferme des cristaux, implantés sur quartz hyalin et indiqués comme provenant du Mont Blanc, ils présentent à peu près également développés, b^1 et un rhomboèdre aigu à faces arrondies indéterminables, ainsi que de petites faces d^2.

Alpes. — *Isère.* Les filons de quartz de l'Oisans et toutes les fentes, où l'on rencontre l'anatase et ses satellites, renferment en quantité plus ou moins grande des cristaux de calcite, présentant parfois des dimensions énormes et une grande variété de formes. Les principales combinaisons de ces cristaux ont été représentées par de Bournon (*Traité de la chaux carbonatée*, 1808), par Haüy (*op. cit.*) et par Lévy (*op. cit.*). Celles qu'ils ont étudiées déjà et celles que j'ai moi-même examinées peuvent être groupées en un certain nombre de types.

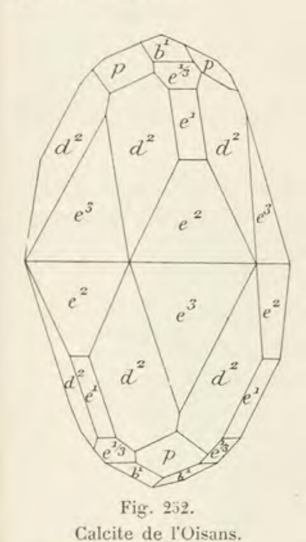
Fig. 250
Calcite
forme commune.

Fig. 251.
Calcite de l'Oisans.

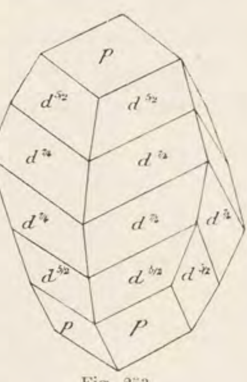
Le gisement le plus remarquable à cet égard est le filon de Font-Poulain à Maronne (voir page 80) ; les cristaux de calcite, que l'on y a trouvés, atteignent communément 10 centimètres suivant l'axe vertical et dépassent souvent cette taille. Le Muséum possède un groupe de cristaux de ce genre mesurant 0^m 80 sur 0^m 50 et supportant une quarantaine de cristaux, dont les plus gros mesurent 12 cm. suivant l'axe vertical.

La calcite de Maronne est blanche ou violacée, quand elle recouvre du

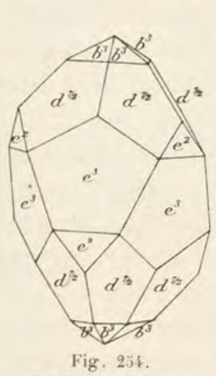
quartz hyalin, jaunâtre ou jaune vif, lorsqu'elle est implantée sur le quartz enfumé.

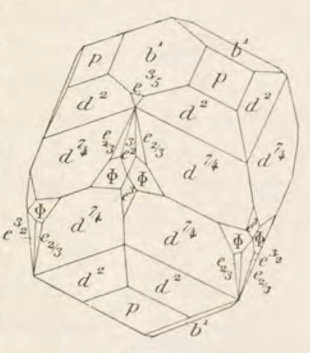

Fig. 252.
Calcite de l'Oisans.

Les gros cristaux blancs ou rosés de calcite de Maronne sont parfois colorés en gris vert par de la ripidolite, mais seulement au voisinage de leur gangue, qui est elle-même recouverte de petits cristaux gris de calcite de même forme. C'est sur ceux-ci ou sur la partie grise des gros cristaux que se trouve implantée la variété de sphène, désignée sous le nom de *spinthère*.


Fig. 253.
Calcite de l'Oisans.

Parmi ces cristaux de l'Oisans, le type III *a* est le plus commun. La combinaison la plus habituelle est d^2p (fig. 250) ; les faces d^2 sont généralement brillantes, les faces p au contraire sont raboteuses et souvent creusées de profondes cavités. Ces cristaux sont fréquemment formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ; les faces d^2 peu développées servent en quelque sorte de cadre continu à ces cristaux, dont la nature polysynthétique apparaît dans les pointements, formés par des faces p d'individus de taille variée. Les cristaux présentent parfois en outre les formes b^1, e^1, $e^{1/3}$ (fig. 252) ou $e^{4/5}$ (03$\bar{3}$2) et e^3 (fig. 251) (Haüy, *op. cit.* fig. 153 et 107, cette dernière a été redessinée).


Fig. 254.
Calcite de l'Oisans.


Fig. 255.
Calcite de l'Oisans.

Plus rarement, le scalénoèdre n'est pas d^2 ; tel est le cas des com-

binaisons suivantes : $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$, $d^{5/2}$ $(5.52.5\bar{7}3)$ p (fig. 253, Haüy *op. cit.* fig. 63) ; $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ d^2 citée par Lévy (Maronne avec spinthère) et enfin $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ $b^3\, e^3\, e^2$, citée par le même auteur.

La figure 255 représente un cristal isolé de ce même type, que j'ai trouvé dans une vieille collection ; il porte une série de formes rares : $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$ $e_{2/3}$ $(15\bar{6}2)$, Φ $(17.8.\bar{2}\bar{5}.3)$: il mesure 2 centimètres et a certaines de ses faces corrodées.

D'autres cristaux à rapporter au type I *a bis* ne se trouvent pas à Maronne, au moins à ma connaissance, mais sont répandus dans tout

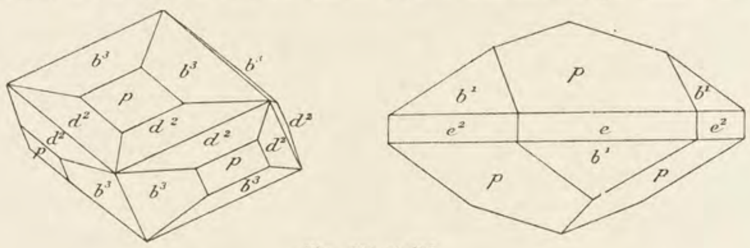
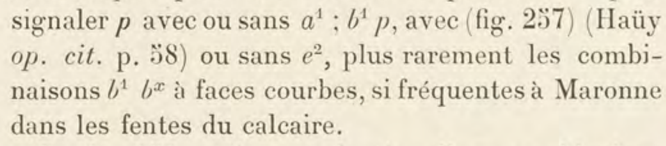


Fig. 256 et 257.
Calcite de l'Oisans.



l'Oisans. Ils présentent p, avec d^2 et un scalénoèdre b^3 $(21\bar{3}4)$ ou b^4 $(21\bar{4}5)$ également développé (fig. 256).

Les types rhomboédriques paraissent moins fréquents. On peut signaler p avec ou sans a^1 ; b^1 p, avec (fig. 257) (Haüy *op. cit.* p. 58) ou sans e^2, plus rarement les combinaisons b^1 b^x à faces courbes, si fréquentes à Maronne dans les fentes du calcaire.

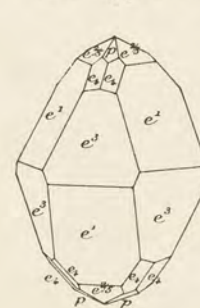


Fig. 258.
Calcite de l'Oisans.

La fig. 258 est la reproduction d'une combinaison donnée par Lévy : e^1 e^3 $e^{2/5}$ $(07\bar{7}8)$ e_4 $(32\bar{5}4)$ avec p d'après l'Atlas (pl. VIII, fig. 113), alors que dans le texte cet auteur indique a^4 $(10\bar{1}2)$. J'ai reproduit la figure telle qu'elle est donnée dans l'Atlas, mais il est probable que c'est le texte qui doit être exact, Lévy désignant généralement dans ses descriptions p par le terme de primitif.

La collection du Muséum possède un échantillon intéressant, ayant fait partie de la collection Gillet de Laumont ; c'est un fragment de gneiss, provenant d'Armentières, et supportant un groupe de petits cristaux de quartz enfumé, sur lesquels sont implantés trois gros rhomboèdres p de calcite (3 centimètres), maclés suivant b^1. Ces cristaux,

un peu chloriteux, sont en partie creux et recouverts d'une ripidolite gris verdâtre pâle (fig. 259). Enfin, il me reste à parler d'un dernier type de cristaux. La Combe de la Selle a fourni de beaux échantillons, aplatis suivant la base et limités par le rhomboèdre p ; un exemplaire de ce type est associé à du quartz hyalin et présente sur les faces a^1 de très

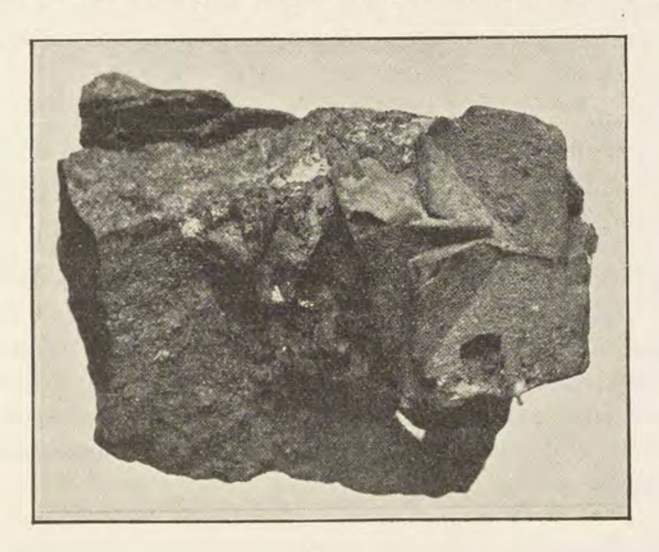


Fig. 259.
Groupe de rhomboèdres p de calcite, maclés suivant b^1 et implantés sur micaschiste. Armentières.

nombreux cristaux de calcite régulièrement orientés comme leur support. Une partie de ces cristaux est postérieure au quartz, qui les accompagne, mais celui-ci englobe parfois des lames calcaires.

M. Groth a signalé de semblables lames de calcite, parfois maclées suivant a^1 et bordées par des faces ternes b^1, dans les fentes à axinite d'Auris (*Z. K.* XIII, 95, 1888).

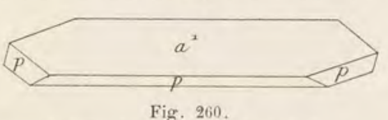


Fig. 260.
Calcite de la Combe de la Selle.

J'ai étudié d'autres rhomboèdres basés, provenant également des environs de Saint-Christophe; l'un d'eux (collection du Muséum) est extrêmement allongé suivant une arête a^1 p (fig. 260), parallèlement à laquelle il mesure 17 centimètres; il a la forme des cristaux d'hématite, représentés par la fig. 5 de la page 256.

Hautes-Alpes. Les fentes des chloritoschistes de la cascade des

Fréaux, qui fournissent de jolis cristaux de quartz et d'anatase, renferment en abondance des cristaux blancs de calcite, implantés sur le quartz et atteignant 1 centimètre ; dans les très nombreux échantillons que j'ai passés en revue, je n'ai trouvé que le rhomboèdre primitif avec fréquent allongement suivant une arête culminante.

Dans un gisement de quartz hyalin de la Parre, près le lac de Ravichon (Villar d'Arène), la calcite offre la combinaison a^1 p, avec très grand aplatissement des cristaux suivant a^1.

Les cristaux d'anatase du torrent de la Plate de Muratouse et du Mousset, près la Grave, sont associés à de petits scalénoèdres (d^2) de calcite fort nets. Ils sont incolores, gris, possèdent une couleur jaune se rapprochant de celle de l'anatase ; ils sont fréquemment chlorités.

Corse. — De très gros cristaux jaunes, de la forme e^1, tapissent les fentes des schistes micacés de Cardo près Bastia.

Guyane. — Les schistes cristallins de la mine Adieu-Vat sont traversés par des veinules calcaires, contenant de la pyrite et fournissant de jolis cristaux de calcite : d^2 dominant, e^3, e^2, avec des scalénoèdres très striés $d^{x>2}$ et b^x également très striés, et ne fournissant aucune mesure satisfaisante.

4° *Dans les roches éruptives et métamorphiques.*

La calcite est un des éléments secondaires les plus fréquents de toutes les roches d'origine éruptive ou métamorphique et particulièrement des roches basiques. Elle se produit fréquemment par altération *sur place* de leurs minéraux basiques. Tantôt elle remplace plus ou moins complètement quelques-uns d'entre eux seulement [olivine, augite, hypersthène des basaltes, labradorites, diabases (ophites), andésites, trachytes] et s'y substitue peu à peu et tantôt elle imprègne d'une façon quelconque tous les éléments, en comblant les cavités de la roche, qui peut ainsi devenir méconnaissable. Je rappellerai notamment le cas des *kersantites* [1] de la rade de Brest (*Finistère*), dans lesquelles la calcite secondaire est si abondante, qu'elle a été considérée autrefois

1. Ces roches sont traversées par des veinules de calcite et de quartz dans lesquelles s'observent parfois des cristaux distincts des deux minéraux. La calcite a pour forme dominante p, avec souvent des facettes linéaires de scalénoèdres [d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$] et de b^1. J'ai vu sur un échantillon de très petits cristaux de pyrite localisés sur ces facettes b^1.

comme un élément constituant caractéristique, et enfin les roches du Puy-de-Dôme appelées par les anciens auteurs *hémithrènes*, et qui ont été regardées jadis comme une variété de calcaire, alors qu'elles ne sont que des roches filoniennes basiques (porphyrites) calcifiées.

Cette calcite secondaire n'a pas d'intérêt minéralogique ; il n'en est pas de même de celle qui se trouve parfois en beaux cristaux dans les vacuoles ou cavités des roches volcaniques basiques, où elle accompagne fréquemment les zéolites. Cette calcite semble, dans certains cas, due à une altération de la roche, ayant suivi de peu sa consolidation ; mais dans d'autres cas, surtout dans les roches amygdaloïdes anciennes (mélaphyres des anciens auteurs), elle résulte de son altération postérieure.

Il ne sera question ici que des gisements fournissant de bons cristaux ; je ne m'occuperai pas des amygdales remplies par de la calcite lamellaire ou fibreuse, leurs gisements sont aussi nombreux que dépourvus d'intérêt. Il est cependant utile d'indiquer que la calcite secondaire microscopique des basaltes, des labradorites et des andésites basiques d'Auvergne se présente assez souvent en sphérolites très réguliers, possédant les propriétés optiques étudiées page 435 ; ils sont souvent associés à de la sidérite possédant la même structure.

a) *Dans les basaltes.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La calcite est abondante dans les fentes et les cavités des basaltes de la Haute-Loire, où elle se présente soit seul, soit associée à l'aragonite. Il y a lieu de citer d'une façon toute particulière le basalte de Coubon, celui de Fay-le-Froid : p b^1.

La collection du Muséum renferme un échantillon (fig. 261) provenant du Paradis en le Puy et constitué par de la calcite, jaune clair opaque, formant des gerbes en éventail à section triangulaire, à éclat gras et soyeux, qui rappellent certains échantillons de ferrocalcite des basaltes de Richmond (Victoria) ; les clivages terminaux de ces gerbes



Fig. 261.
Ferrocalcite du Paradis en le Puy.

ne sont pas plans et ont la forme de calottes sphériques irrégulières : j'ai observé e^1 dans un autre basalte du Puy.

La fig. 262 représente un curieux échantillon constitué par des rhomboèdres b^1 de calcite implantés dans une cavité du basalte du Rocher Rouge près du Puy ; ils sont groupés en rosettes, avec de petites déviations régulières de leur axe vertical ; leur ensemble rappelle l'*eisenrose* des Alpes.



Fig. 262.
Groupement en rosette de rhomboèdres b^1 de calcite. Rocher-Rouge, près le Puy.

Puy-de-Dôme. J'ai observé de très nombreux échantillons de calcite blanche ou jaune dans le basalte exploité à Montaudou, près Royat ; les formes sont peu variées ; la plus fréquente est le rhomboèdre b^1 en cristaux distincts et plus souvent en groupes enchevêtrés, dont la surface est hérissée d'arêtes arrondies ; ces croûtes de calcite sont quelquefois recouvertes de cristaux d'aragonite ou saupoudrées de cristaux de quartz hyalin.

De gros rhomboèdres e^1 jaunes, à faces courbes, se rencontrent dans le basalte de Périer ; les plus beaux sont inclus dans des géodes distinctes de celles qui contiennent la chabasie et la christianite.

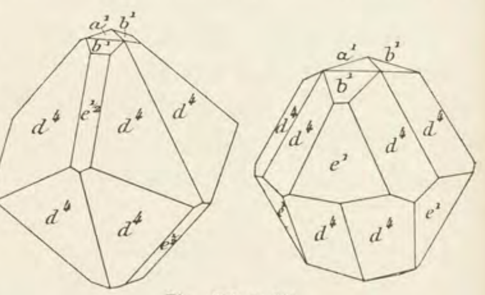


Fig. 263 et 264.
Calcite de la Tour de Boulade.

Ce sont les formes b^1 et e^1 qui dominent dans les basaltes du Puy-de-Marman (avec quelquefois p), de Monton (e^1 groupés en gerbes). Au Puy-de-Marman, les rhomboèdres b^1 lenticulaires forment parfois aussi une gaine continue à des cristaux de mésotype ; M. Gonnard y a cité $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

Dans les pépérites de la Tour de Boulade (Gevillat), se rencontrent des cristaux blancs de calcite (b^1), enfilés en grand nombre le long de l'axe vertical ; il existe aussi des rhomboèdres inverses aigus et des scalénoèdres, que je n'ai pu déterminer, dans les mauvais cristaux que

j'ai eus à ma disposition ; des cristaux jaunes sont formés par des rhomboèdres ternes un peu plus aigus que e^2. Enfin, j'ai examiné un curieux échantillon dont les cristaux sont malheureusement fort corrodés; sur un agrégat de petits rhomboèdres cuboïdes de calcite, sont disposés des cristaux atteignant 1 cm. 5 ; la forme dominante est un scalénoèdre obtus, [d^4 $(41\bar{5}3)$], terminé par de petites facettes b^1 et a^1] ; il existe en outre d'autres rhomboèdres inverses qui, suivant les échantillons, sont $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ (zone d^4 d^4) ou e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 263 et 264).

Les géodes de calcite de ce gisement renferment quelquefois aussi des cristaux limpides de barytine.

Des rhomboèdres b^1 et e^1 nets ont été trouvés au Puy de Tellier, près Issoire, et à Parentignat, le scalénoèdre d^2 à Gergovia.

Vosges. — [*Alsace*]. Le basalte de Reicheweier renferme de petites cavités, que tapissent des cristaux (4 mm.) de calcite, ordinairement formés par le groupement de très petits individus, qui offrent, d'après M. Stöber (*Abhandl. geol. Specialkarte Elsass Löthr.* V. H. I p. 25. 1892) la forme donnée par la figure 265 : e^1 surmonté de b^1 domine et est accompagné par le rhomboèdre aigu $e^{49/26}$ $(0.25.\bar{25}.1)$.

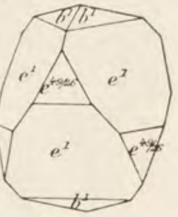


Fig. 265.
Calcite de Reicheweier.

b) *Dans les andésites.*

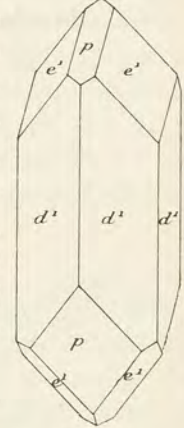
Plateau Central. — *Cantal.* Les andésites ainsi que la brèche andésitique du Cantal renferment parfois de très jolis cristaux de calcite, ceux-ci tapissent plus souvent les cavités des blocs que celles du ciment de la brèche.

Je dois à l'obligeance de M. Bouchut une fort belle géode de cristaux limpide, et d'un beau jaune clair, recueillie dans la brèche qui couronne la vallée de la Jordanne près Aurillac (carrière de Caussac située au-dessus de Lombrade). La forme dominante et existant souvent seule (fig. 266) est le scalénoèdre très aigu $d^{6/5}$ $(6.5.\bar{11}.\bar{1})$, parfois surmonté de p. Ses faces sont généralement très éclatantes, mais ondulées. Quelques cristaux isolés du même gisement sont superficiellement corrodés et présentent sur leurs faces de profondes cannelures (intersection des clivages p sur les faces $d^{6/5}$), suivant lesquels un commencement de dissolution s'est produit dans l'intérieur des cristaux.

Les cristaux de la carrière voisine de Bancon sont assez variés de forme, ils sont transparents, avec une légère teinte jaunâtre ; ce sont des scalénoèdres aigus terminés par p ou e^1.

Fig. 266. Calcite de la carrière de Caussac.

J'ai recueilli d'assez jolis cristaux de calcite dans les andésites coupées par le chemin de fer entre le Lioran et Murat : ce sont des cristaux limpides de la forme d^1 e^1, avec parfois p (fig. 267) ; ils ne dépassent guère un centimètre suivant l'axe vertical. Des cristaux plus gros ont été trouvés dans une carrière ouverte dans le ravin de Gouire, à 500 mètres de la station du Lioran (à droite en allant à Murat). Ils sont groupés et atteignent 3 centimètres ; leur forme est le scalénoèdre $d^{6/5}$, accompagné parfois d'un rhomboèdre très aigu à faces arrondies et indéterminables ; leurs faces sont recouvertes d'une croûte saccharoïde de calcite blanche, qui les rend ternes, mais peut facilement être enlevée avec une pointe dure. Depuis l'achèvement du chemin de fer, il est devenu très difficile de se procurer dans cette région des cristaux de calcite, qui y ont été très abondants pendant la période de construction.


Fig. 267. Calcite du Lioran.

L'andésite exploitée pour l'empierrement, sur le flanc Nord du Puy Mary, renferme de gros nodules, parfaitement sphériques, à surface presque lisse, qui sont formés par l'enchevêtrement de cristaux, b^1, de calcite.

Des globules du même genre, associés à des rhomboèdres selliformes, abondent dans les trachytes et les andésites de la vieille route du Lioran, entre la gare de ce nom et Saint-Jacques-des-Blats ; on y trouve aussi des pseudomorphoses d'aragonite en calcite.

Algérie. — *Constantine.* La calcite en lames nacrées, aplaties suivant la base, se rencontre associée à l'actinote (byssolite) dans les cavités de l'andésite quartzifiée de Collo ; elle ne semble pas exister dans les mêmes géodes que l'apophyllite.

Côte des Somalis. — J'ai reçu de gros scalénoèdres noirs d^2 (atteignant 2 cm.) de calcite provenant des basaltes altérés du voisinage

de Djibouti, le long de la voie du chemin de fer (vallée à l'Ouest de Louré) ; il existe aussi $d^{19/13}$ (19.13.$\bar{3}\bar{2}$. 9) quelquefois associé à un rhomboèdre aigu terne $e^{3/2}$ (05$\bar{5}$1) ou à une forme voisine. Les cristaux d'autres géodes n'ont que quelques millimètres ; ils ont des faces éclatantes p et d^1 (11$\bar{2}$0), oscillant vers $d^{15/13}$ (15.13.$\bar{2}\bar{6}$.2), associées à un rhomboèdre direct à faces ternes.

GIOBERTITE

$MgCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 107°24'$.

Angle plan de $p = 103°18'14''$

[$a : c = 1 : 0,81123$ (Kokscharoff)]

Formes observées. a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0) ; p (10$\bar{1}$1), e^1 (02$\bar{2}$1), $e^{7/4}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.1), $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1), $e^{61/32}$ (0.31.$\bar{3}\bar{1}$.1) ; d^2 (21$\bar{3}$1).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Sella sur des cristaux du glacier de Gebroulaz ou par moi sur ceux de St-Pandelon.

	Angles calculés.	Angles observés.		Angles calculés.	Angles observés.
⎡ $a^1 p$	136°52′	136°44′ (S)	$e^{7/4} e^{7/4}$	60°56′	
⎢ $p e^1$	74°57′		$e^{11/6} e^{11/6}$	60°20′	
⎢ $p e^{7/4}$ sur a^1	52°25′	52° (Lx)	$e^{61/32} e^{61/32}$	60° 7′	
⎢ $p e^{11/6}$	50°28′	50°19′ (Lx)	⎡ $p d^2$ adj.	150°42′	
⎢ $p e^{61/32}$	48°51′	48°50′ (Lx)	⎢ $p d^1$ adj.	126°21′	126°21′ (S)
⎣ $p e^2$	46°52′		⎣ $d^2 d^1$	155°36′	156° (S)
$e^1 e^1$	80°23′		$e^1 d^1$ adj.	139°49′	139°59′ (S)

Faciès. Les cristaux de giobertite sont peu communs et de formes simples, ils se rapportent aux trois types suivants :

Type I. Cristaux dans lesquels domine le rhomboèdre primitif p (10$\bar{1}$1) ; c'est le type classique.

Type II. Cristaux (fig. 1 à 3) constitués par un rhomboèdre très aigu basé, allongés suivant l'axe vertical ou aplatis suivant a^1.

Type III. Cristaux prismatiques suivant d^1 $(11\bar{2}0)$ et allongés suivant l'axe vertical (fig. 4 et 5), ou plus rarement aplatis suivant a^1. Il existe des passages entre ce type et le précédent.

Le plus souvent, ce minéral forme des masses granuleuses, clivables, à éléments parfois extrêmement fins, ou des masses compactes, ne présentant pas à l'œil nu de structure cristalline. Il faut noter aussi des agrégats miarolitiques, formés par l'enchevêtrement de cristaux aplatis suivant la base appartenant généralement au type II.

La *baldissérite* (*baudissérite*) est une variété impure, mélangée de magnésite, qui happe à la langue et ressemble à de la craie.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$. Cassure conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4,5. Les cristaux sont fragiles.

Densité. 3,01 (Moutiers), 3,03 (St-Pandelon), 3,07 (Djebel 'Hadifa) à 3,12 ; 3,2 (*breunnérite*), 2,99 (giobertite compacte de la Guadeloupe).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, gris blanc, jaune ou brune (breunérite). Éclat vitreux. Transparente à opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}717 \text{ Mallard (Na).}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}515$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}202$$

Composition chimique. La formule $MgCO^3$ correspond à la composition *a*). Il existe parfois un peu de chaux et de fer ; quand ce dernier est en quantité notable, la substance est brunâtre et reçoit le nom de *breunnérite* ; tel est le cas du minéral de la rivière Murria (p. 592), qui renferme 15.1 °/₀ de $FeCO^3$.

Analyses de la giobertite

b) cristallisée de St-Pandelon, par M. Arsandaux.

c) compacte de la *Guadeloupe*, par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* V. 66. 1847).

d) compacte de Koumac (*Nouvelle-Calédonie*) par M. Glasser (*A. M.* V. 548. 1904).

	a)	b)	c)	d)
CO^2	52,4	51,0	50,80	51,5
MgO	47,6	44,8	47,32	42,4
CaO	»	4,1	»	3,3
SiO^2	»	»	0,73	0,8
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	»	»	0,24	0,8
H^2O	»	»	1,70	»
Argile	»	0,2	»	»
	100,0	100,1	100,79	99,2

Essais pyrognostiques. Comme la dolomite et la calcite ; peu attaquable par les acides à froid ; beaucoup plus lentement attaquée à chaud que les autres carbonates rhomboédriques.

Diagnostic. La densité, l'absence de quantités notables de chaux et la résistance relative à l'action des acides permettent la distinction d'avec la dolomite (voir page 416).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La giobertite ne se trouve pas en France dans les chloritoschistes, qui fournissent dans d'autres régions de très beaux cristaux de ce minéral ; je n'ai à l'étudier que dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les météorites ;

3° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches volcaniques.*

Guadeloupe. — Ch. Sainte-Claire-Deville a trouvé des rognons botroydes de giobertite dans la lave basaltique des Trois Pointes, à l'extrémité méridionale de la Basse-Terre. Ils sont d'un blanc éclatant, extrêmement compacts et très homogènes ; leur ténacité est fort grande, leur dureté sensiblement égale à celle du verre (analyse *c*) (*B. S. G.* V. 66. 1847). L'auteur n'a fait suivre sa note d'aucune explication sur le mode de formation de cette giobertite ; il n'est pas douteux que ce minéral ne soit un produit secondaire ; je ne l'ai personnellement observé dans aucune des roches de la Guadeloupe, où je l'ai cherché.

b) *Dans les serpentines.*

La giobertite compacte, blanche, offrant parfois l'aspect de la craie, remplit de petites fissures dans les péridotites serpentinisées d'un grand nombre des gisements, indiqués dans le tome I (p. 182 et 425) ; elle y accompagne la magnésite, l'opale, et comme ces minéraux, elle est le résultat ultime de la décomposition des péridotites, etc. Mais dans aucun des gisements de la France continentale, ce minéral ne se trouve

en masses importantes. Il n'en est pas de même dans les gisements de péridotites serpentinisées de la Nouvelle-Calédonie.

Algérie. — *Constantine*. La collection du Muséum renferme un bloc de giobertite compacte, ressemblant à celle de l'Eubée et étiqueté Constantine; il provient sans doute de l'un des gisements de serpentine situés au N.-O. de Collo (Taffercha, Euch-el-Bez), mais je n'en ai pas la preuve.

Nouvelle-Calédonie. — Dans de nombreuses localités de la formation péridotique (serpentine), qui constitue une partie notable de l'île, on observe des veines contournées très irrégulières et peu continues de giobertite blanche, compacte, à cassure porcellanique; leur surface extérieure a une forme concrétionnée. Ils sont particulièrement abondants sur la ligne de contact des serpentines et des schistes noirs de la partie septentrionale de la côte ouest, notamment entre Koumac et Voh (analyse *d*).

D'après les échantillons que j'ai examinés, la giobertite de la Nouvelle-Calédonie offre la plus grande ressemblance avec celle des gisements classiques de l'Eubée, exploités pour l'industrie de la magnésie. La petite quantité d'eau mise en évidence par les analyses est due à l'existence d'*hydromagnésite* ou de *magnésite*, mélangées à la giobertite : les petites paillettes nacrées (ressemblant à du talc) du dernier de ces minéraux, sont parfois visibles à l'œil nu.

3° *Dans les météorites.*

Le seul cas connu de présence d'un carbonate dans une météorite est celui qui a été signalé par Des Cloizeaux (*B. S. G.* XXII. 24. 1864) dans la météorite asidère tombée à Orgueil (*Tarn-et-Garonne*) le 14 mai 1864 ; la breunnérite y forme de petits rhomboèdres de $0^{mm}5$ à $0^{mm}75$ de côté, d'un gris verdâtre. Ils sont englobés dans la matière charbonneuse, qui constitue la plus grande partie de cette météorite. Ils y sont du reste peu abondants ; l'angle *pp* est de 107° à 107°20′.

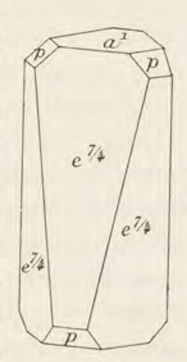
4° *Dans les roches sédimentaires.*

Dans cette catégorie de gisements, j'ai rencontré de très intéressants échantillons de giobertite, se présentant sous une forme peu habituelle, puisque le rhomboèdre primitif y est généralement absent.

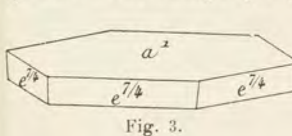
Pyrénées. — *Landes.* Les assises salifères de Saint-Pandelon constituent un gisement remarquable pour la giobertite. Malheureusement, depuis 1907, la mine n'est plus exploitée en galerie, mais par dissolution, de telle sorte qu'il n'est plus possible d'y recueillir les nombreux minéraux intéressants, que j'ai pu étudier depuis quelques années, grâce à M. Nentien et surtout à M. Victor Lorrin.

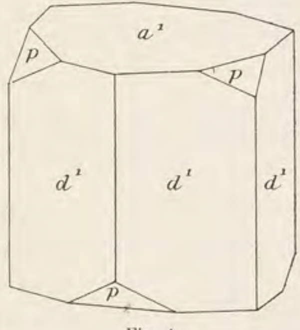
Fig. 1
Giobertite des calcaires. (Type II). St-Pandelon.

J'y ai rencontré la giobertite sous plusieurs aspects se rencontrant dans les gangues distinctes suivantes 1° un calcaire noir, 2° l'anhydrite grise ou blanche finement grenue, 3° des argiles grises, intercalées dans du gypse. Tous ces cristaux possèdent la face a^1 (0001).


Fig. 2.
Giobertite de l'anhydrite. (Type II). St-Pandelon.

Les cristaux des calcaires ont un aspect pseudoprismatique, grâce à la prédominance d'un rhomboèdre aigu voisin de e^2, faisant avec p (clivage) un angle voisin de 48°50, (moyenne de mesures assez concordantes faites en collant une lamelle de verre sur les faces planes, mais ternes) ; ce rhomboèdre dont le symbole est compliqué [$e^{61/32}$ $(0.31.\overline{31}.1)$] est souvent accompagné de petites faces d^1 $(11\overline{2}0)$ (fig. 1). Ces cristaux, ayant en moyenne 5 mm. × 2 mm., sont très nombreux et faciles à isoler du calcaire par le choc.


Fig. 3.
Giobertite de l'anhydrite. (Type II). St-Pandelon.


Fig. 4.
Giobertite de l'anhydrite. (Type III). St-Pandelon.

Les cristaux englobés dans l'anhydrite peuvent être également extraits de leur gangue, mais par un autre procédé, grâce à l'action d'un courant d'eau, qui désagrège la roche, en voie de transformation en gypse. Ils correspondent aux types II et III : les premiers, bruns, jaunes, rarement incolores, à faces ternes mais planes, sont constitués par $e^{7/4}$ $(0.11.\overline{11}.1)$ ou $e^{11/9}$ $(0.17.\overline{17}.1)$: ils sont soit allongés suivant l'axe vertical (fig. 2) et

mesurent alors au plus 5 mm. soit aplatis suivant la base (fig. 3) ; parfois même dans ce dernier cas, ils constituent de petites lamelles à aspect micacé, tant elles sont minces. Dans les cristaux du type III, d^1 $(11\bar{2}0)$ existe seul ou est associé au même rhomboèdre aigu que dans les cristaux précédents : les faces d^1 sont brillantes et assez planes, les faces rhomboédriques polysynthétiques et assez brillantes, mais le miroitement se fait sur de très petites faces p.

Enfin, dans les argiles gypseuses, la giobertite se présente sous la forme de masses miarolitiques à grands éléments, constituées par l'enchevêtrement de lamelles hexagonales, aplaties suivant a^1 ; dans les vides qu'elles laissent entre elles, on observe des cristaux hexagonaux distincts, limités par le rhomboèdre $e^{7/4}$. Il existe aussi des masses grenues, parfois porphyroïdes, d'un beau noir, constituées par la réunion d'un très grand nombre de cristaux aplatis peu distincts.

[*Aragon*]. — M. Gourdon a signalé (*Bol. Comm. geol. Espana*, XV, 1888, 249) dans le gypse de la rivière Murria (province d'Huesca) des filonnets, formés par l'enchevêtrement miarolitique de cristaux lenticulaires noirs, qu'il a rapportés à la pistomésite, d'après une analyse de M. Jannettaz ($MgCO^3 = 42,1$; $FeCO^3 = 57,9$, après déduction de 11,4 de gypse). Le gisement est voisin d'une ophite. Les originaux de ce travail se trouvent dans la collection du Muséum ; leur densité est de 3,10. Une analyse, effectuée par M. Arsandaux, n'a fourni que 15 % de $FeCO^3$. Le minéral est donc voisin de la *breunnérite*[1].

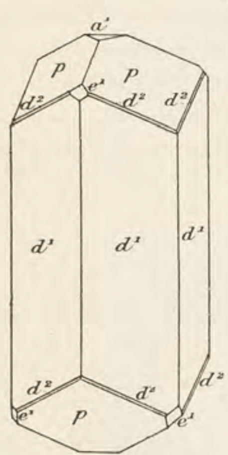


Fig. 5.
Giobertite du glacier de Gébroulaz.

Alpes. — *Savoie*. La collection du Muséum possède un échantillon de gypse de Moutiers, englobant des rhomboèdres (un centimètre) de giobertite jaunâtre.

Dans son mémoire sur la sellaïte, M. A. Sella (*Rendic. Acc. Lincei*. CCLXXX. 455. 1887) a décrit des cristaux de giobertite trouvés par lui dans l'anhydrite du glacier de Gébroulaz (voir tome II, p. 796), au Nord de Modane. Ces cristaux, au nombre de

1. La giobertite a été citée à tort dans la dolomie bajocienne de la vallée du Trévezels près Trêves (*Gard*). Pour la soi-disant giobertite du puy de la Poix (*Puy-de-Dôme*), voir à *ankérite*.

deux, n'ayant pas plus de 1 millimètre suivant l'axe vertical se rapportent au type III ; ils présentent la combinaison des formes d^1 $(11\bar{2}0)$, a^1 (0001), p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, d^2 $(21\bar{3}1)$, représentée par la fig. 5. L'identification avec la giobertite a été faite par des mesures d'angles seulement.

Ce minéral était accompagné de sellaïte, de dolomite, de fluorine, d'albite, de soufre et de célestite.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Je dois à l'obligeance de M. Vasseur d'intéressants échantillons de gypse, provenant d'une carrière, située à l'entrée orientale du village du Rove. Ils renferment en abondance des cristaux de giobertite, d'un gris noirâtre, ne dépassant guère 3 mm. suivant l'axe vertical. Ce sont des prismes hexagonaux basés, qui ressemblent à certains cristaux de Saint-Pandelon ; si l'on détermine un clivage p, on constate que le prisme est d^1 $(11\bar{2}0)$; ils sont donc à rapporter au type III. Quelques-uns d'entre eux présentent un rhomboèdre aigu indéterminable, on peut les comparer à la forme représentée par la figure 1, mais dans laquelle l'importance relative du rhomboèdre et de d^1 serait renversée.

Algérie. — *Alger.* Les calcaires compacts de Taza des Sioufs sont riches en très petits cristaux de giobertite noire, qui renferment des inclusions charbonneuses, rappelant celles de la chiastolite. Elles sont souvent régulièrement distribuées à l'intérieur des cristaux qui, dans les échantillons que j'ai examinés et que je dois à M. Flamand, sont formés par des rhomboèdres très aigus (ou par le prisme hexagonal e^2) et terminés par une base arrondie ; ces cristaux à faces ternes ne sont pas mesurables ; ils ne se trouvent pas dans les mêmes blocs que les cristaux de dipyre, fréquents dans ce gisement.

Constantine. Le trias de Mesloula renferme des agrégats miarolitiques de lames de giobertite un peu ferrifère, aplaties suivant a^1. Leurs vides sont remplis par du gypse ; les faces p, observées sur les cassures, paraissent dues à des clivages. Ce minéral rappelle certaines variétés de Saint-Pandelon.

Tunisie. — La giobertite se trouve dans les mêmes conditions et sous la même forme au Djebel Hadifa, mais les cristaux atteignent 6 centimètres de diamètre : leur base est souvent bombée par suite de l'existence de rhomboèdres très obtus indéterminables.

MÉSITITE ET PISTOMÉSITE

$2MgCO^3$, $FeCO^3$ **$MgCO^3$, $FeCO^3$**

Rhomboédriques.

pp = 107°14′ (*mésitite*) 107°18′ (*pistomésite*).
[$a : c = 1 : 0,81411$] [$a : c = 1 : 0,81298$]

Formes observées. La mésitite se présente généralement en rhomboèdres b^1 $(01\bar{1}2)$, à faces arrondies et lenticulaires ; la pistomésite se trouve surtout en masses cristallines, à clivages rhomboédriques.

Clivages. Clivages *p* $(10\bar{1}1)$ parfaits.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,33 à 3,36 (*mésitite*). 3,42 (*pistomésite*).

Coloration et éclat. Blanches, jaunes, gris jaune, brun jaunâtre. Éclat vitreux un peu nacré. Poussière blanche ou incolore. Transparentes, plus souvent translucides.

Propriétés optiques. Uniaxes et *négatives* (n_p).

Composition chimique. Ce sont les intermédiaires entre la *breunnérite* et la *sidérite*. Le nom de *mésitite* a été proposé pour désigner les variétés se rapprochant de la formule $2MgCO^3$. $FeCO^3$ (*a*) et le nom de *pistomésite* pour celles dans lesquelles on a $MgCO^3.FeCO^3$ (*b*), mais ce ne sont là que des points particuliers d'une série continue.

Analyse (*c*) de la *mésitite* d'Urbeis, par M. Ungemach, *op. cit.*

	a [1]	*b* [2]	*c*
CO^2	46,5	44,1	46,8
MgO	28,2	20,0	29,1
FeO	25,3	35,9	21,8
CaO	»	»	1,7
	160,0	100,0	99,4

1. $MgCO^3 = 59,2$ $FeCO^3 = 40,8 = 100$.
2. $MgCO^3 = 42,0$ $FeCO^3 = 58,0 = 100$.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, noircit, puis devient magnétique ; les cristaux sont peu attaqués par les acides à froid, mais leur poudre s'y dissout avec effervescence à chaud. Réaction du fer et de la magnésie.

Diagnostic. Abondance de la magnésie, distinctive de la sidérite. Voir page 416[1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la mésitite et de la pistomésite sont les mêmes que ceux de la sidérite, minéral qu'elles accompagnent fréquemment.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de Baigorry (voir p. 602) ont fourni autrefois de beaux échantillons de mésitite, qui se trouvent dans beaucoup de vieilles collections, comme gangue de la panabase et de la chalcopyrite. Les cristaux de ces minéraux sulfurés sont empilés sur des rhomboèdres, souvent très translucides, de mésitite d'un blanc jaunâtre ou jaune. Ils sont parfois accompagnés de cristaux de dolomite et de sidérite.

Les filons de sidérite d'Ainhoa ont été abandonnés, il y a quelques années, par suite du remplacement en profondeur de la sidérite par de la mésitite, dont la teneur en fer était insuffisante pour rémunérer l'exploitation.

Vosges. — [*Alsace*]. La mine de Saint-Sylvestre, à Urbeis, renferme en abondance de la mésitite (analyse *c*), qui constitue des rhomboèdres selliformes, d'un brun clair, fonçant à l'air (Ungemach. *B. S.* M. XXIX, 279, 1906).

Alpes. — *Savoie.* Des cristaux lenticulaires de mésitite blanchâtre accompagnent la dolomite et le quartz hyalin des mines de Pesey ;

1. Les variations de la réfringence et la biréfringence sont fonction de la teneur en fer et en manganèse : voici les indices mesurés par M. Eisenhuth sur une mésitite, manganésifère et calcique du Greiner : $MgCO^3$ 30,47 ; $FeCO^3$ 10,61 ; $MnCO^3$ 37,93 ; $CaCO^3$ 18,71.

$$n_g = 1.7005 \text{ (Na)}$$
$$n_p = 1.5148$$
$$n_g - n_p = 0.1857$$

ils sont d'assez grande taille; les échantillons de ce gisement offrent une grande ressemblance avec ceux de Traversella.



Fig. 1.
Mésitite lenticulaire de Saint-Pierre-d'Allevard.
(Photographie réduite d'un tiers).

Isère. De fort grands cristaux lenticulaires de mésitite (fig. 1) ont été rencontrés dans les mines des environs de Saint-Pierre-d'Allevard : ils sont d'un blanc café au lait clair et sont parfois recouverts par de très gros rhomboèdres d'ankérite.

La collection du Muséum possède un joli échantillon de petits rhomboèdres selliformes de mésitite, de couleur blonde, minces comme une feuille de papier. Ils sont implantés sur des cristaux de quartz hyalin, eux-mêmes implantés sur un grès micacé, indiqué comme provenant de la Motte d'Aveillans.

Un autre échantillon, étiqueté « La Mure » et provenant sans doute de La Motte Saint-Martin, présente des cristaux semblables, mais atteignant 1 centimètre (fig. 2); ils sont saupoudrés de cristaux microscopiques de pyrite.



Fig. 2.
Mésitite selliforme des environs de La Mure.

Corbières. — *Gard*. Rhomboèdres lenticulaires selliformes sur quartz, dans le gisement de sidérite de Palmesalade en Portes.

SIDÉRITE

(Sidérose)

$FeCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 107°$.

Angle plan de $p = 103°4'30''$

$[a : c = 1 : 0,81840]$

Macles. Macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, polysynthétique.

Formes observées. a^1 (0001) ; e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$;

a^{10} $(30\bar{3}4)$, a^4 $(10\bar{1}2)$, p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$;

d^2 $(21\bar{3}1)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$; $e_{1/3}$ $(d^{1/3}d^1b^{1/3})$ $(24\bar{6}1)$.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux du Gard, par M. Cesáro sur ceux de Mouzaïa, par moi-même sur ceux de Saint-Pierre-de-Mésage.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1\ p$	136°37′		$p\ e_{1/3}$	130°40′	130° 25′ à 43′
$a^{10}\ p$	98°17′		$b^1\ b^1$ culm.	136°34′	
$a^4\ p$	162°59′		$a^{10}\ a^{10}$	119°19′	
$p\ b^1$ s. e^2	68°40′		$a^4\ a^4$	134°31′	135°
$p\ e^{4/5}$	132°48′		$e^{4/5}\ e^{4/5}$	90°16′	90°30′
$p\ e^{3/2}$	121°26′		$e^{3/2}\ e^{3/2}$	63°51′	
$p\ e^2$	133°23′		$e^{5/4}\ e^{5/4}$	69°44′	
$p\ d^2$	150°45′		$e_{1/3}\,e_{1/3}$ s. d^1	148°42′	148°38′ 43′ (G.)
$p\ d^{3/2}$	141°37′		$e_{1/3}\,e_{1/3}$ s. $e^{3/2}$	142°33′	142° 30′ 39′
$p\ d^1$	126°30′	126°12′	$e_{1/3}\ e^{3/2}$	161°16′	143°

Faciès. La sidérite se présente le plus souvent sous forme du rhomboèdre primitif, rarement modifié, mais dont les arêtes sont souvent courbes ; on la trouve quelquefois en rhomboèdres aigus (la *junckérite* présente cette forme). Il est fréquent de rencontrer d'énormes rhomboèdres, constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de la même forme (Allevard).

La sidérite existe surtout en masses clivables, à grands ou fins éléments, en masses concrétionnées, sphérolitiques, globulaires et botroydes (*sphérosidérite*) à structure fibreuse ; elle forme aussi des masses compactes terreuses, se présentant souvent sous forme de nodules (*sidérite lithoïde*).

Clivages. Clivages *p* (10$\bar{1}$1) parfaits. Cassure inégale à saccharoïde

Dureté. 2,5 à 4.

Densité. 3,83 à 3,88.

Coloration et éclat. Gris blanc, gris jaune, brun clair, quelquefois verte ou blanche. Poussière plus ou moins blanche. Éclat vitreux un peu nacré. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). Les indices de réfraction suivants ont été mesurés par M. Hutchinson sur des cristaux de sidérite presque purs [($MnCO^3$ 1,82 ; $CaCO^3$ 0,18 ; $MgCO^3$ 0,26) du Cornwall (*Min. Magaz. London*. XIII. 1903. 209)].

$$\mathbf{n}_g = 1{,}8734 \text{ (Na)}.$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}6333$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}2401$$

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont parfois nettement pléochroïques dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_g.

Composition chimique. La composition chimique, correspondant à la formule $FeCO^3$, est donnée en *a*), mais, le plus souvent, il existe une quantité plus ou moins grande d'oxydes de manganèse, de magnésium, de calcium.

Les variétés riches en manganèse (au delà de 20 °/₀) ont reçu le nom d'*oligonite* [1]; celles renfermant plus de 10 °/₀ de magnésie (passage à la pistomésite), le nom de *sidéroplésite*.

Gueymard a signalé des traces de platine dans la sidérite du Dauphiné !

Analyses de la *sidérite* :

b) de la Voulte par M. Damour (*Ann. Soc. agric. Lyon*. 1849);

c) d'Escourleguy à Baigorry, par Berthier (*A. M.* III. 30.1828) ;

d) d'Ustelleguy (cristaux lenticulaires), par M. Arsandaux ;

e) de Pierre-Rousse, près Vizille, par Berthier (déduction faite de 2,2 °/₀ de gangue) ;

1. L'oligonite devient phosphorescente, quand on la chauffe.

f) d'Allevard (id.);

g) de Saint-Pierre d'Allevard (cristaux lenticulaires), par M. Arsandaux :

h) de Rancié par Berthier (*A. M.* III. 30.1828);

i) de Rancié par François (*A. M.* XIII. 556.1838);

j) de la *junckérite* de Huelgoat par Dufrénoy (*A. C. P.* LVI. 198.1834) (déduction faite de 8,1 °/₀ de quartz);

k) de Sainte-Marie-aux-Mines par M. Dürr (*op. cit.*, 17) ;

l) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, par M. Ungemach (*op. cit.* 274);

de la *sidéroplésite* :

m) de la Grande-Fosse près Vizille, par Berthier (*A. M.* III. 30. 1828);

n) de Taillefer par Baudin (*in* Gonnard, *op. cit.* 109) (déduction faite de 2,2 °/₀ de gangue).

	a)[1]	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
CO^2..	37,9	38,90	41,0	39,2	38,0	40,3
FeO..	62,1	55,40	53,0	55,3	53,8	45,6
MnO..	»	»	0,6	1,9	1,7	11,7
MgO..	»	3, 8	5,4	3,6	3,7	2,4
CaO..	»	»	»	»	1,0	»
	100,0	98,13	100,0	100,0	100,0	100,0

	g)	*h*)	*i*)	*j*)	*k*)	*l*)	*m*)	*n*)
CO^2..	40,6	39,2	38,5	36,89	38,9	35,8	42,6	42,1
FeO..	45,3	53,5	52,8	59,03	48,1	50,4	43,6	38,7
MnO..	5,2	6,5	5,9	»	8,0	»	1,0	3,3
MgO..	8,9	0,7	1,2	4,08	2,5	3,6	12,8	12,5
CaO..	»	»	2,3	»	2,3	»	»	3,4
	100,0	100,0	100,7	99,8	99,8	99,8	100,0	100,0

Quant à la sidérite lithoïde[2] des formations houillères, elle est riche en impuretés, ainsi qu'en témoignent les deux analyses suivantes, dues à Berthier, d'échantillons provenant :

a) de Saint-Étienne (*Loire*); *b*) de Brassac (*Haute-Loire*).

1. 48,2 °/₀ de fer métallique.

2. Cette variété est souvent appelée *sphérosidérite*, à tort suivant moi ; je réserve ce nom pour désigner les variétés sphérolitiques de sidérite, quelle que soit leur origine. Quant à la sidérite lithoïde, c'est une véritable roche, qui est à la sidérite ce que le calcaire est à la calcite, la dolomie à la dolomite.

	a)	b)
CO^2	25,8	21,9
FeO	38,2	32,3
MnO	3,7	0,2
MgO	»	1,8
CaO	0,2	»
SiO^2	12,3	26,5
Al^2O^3	3,2	11,8
Eau et matière organique	16,6	6,2
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, perd son anhydride carbonique, noircit et devient magnétique. Au chalumeau, noircit, puis fond en un globule magnétique. Avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du fer ; les variétés manganésifères, fondues avec du nitre et du carbonate de sodium sur une lame de platine, donnent la coloration verte, caractéristique du manganèse.

Peu attaquée par l'acide chlorhydrique froid, soluble avec effervescence à chaud.

Altérations. La sidérite s'altère avec la plus grande rapidité à l'air humide. Quelques semaines suffisent pour que, dans les tas extraits d'une mine, la teinte des blocs placés à l'extérieur soit modifiée, le minéral brunit d'une façon plus ou moins intense : il se transforme peu à peu en limonite, qui peut ensuite se déshydrater et se transformer en hématite ou même en magnétite, par réduction, effectuée le plus souvent sous l'influence de matières organiques.

Diagnostic. Réaction du fer prédominante. Voir page 416.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sidérite se rencontre dans des gisements nombreux et variés. Je l'étudierai seulement dans les conditions suivantes :

1° Dans les gisements métallifères ;

2° Dans les roches éruptives ;

3° Dans les formations sédimentaires.

Dans plusieurs de ces catégories de gisement, elle se présente sous un aspect caractéristique.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Il y a lieu de considérer successivement les cas dans lesquels la sidérite constitue, à elle seule, l'élément prédominant du gisement ou tout au moins l'un des éléments prédominants et ceux dans lesquels elle ne forme au contraire qu'un accident minéralogique, sans intérêt économique.

a) *Gisements ferrifères à sidérite dominante.*

α) Filons proprement dits.

Maine. — *Mayenne.* Les carrières de calcaire carbonifère situées au Sud de Saint-Pierre-la-Cour sont traversées par des filons de sidérite, superficiellement oxydés ; d'après M. Davy, les gîtes de limonite de la même région (l'Embuche, Feu Vilaine, etc.) n'auraient pas d'autre origine.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Ce département est un de ceux qui renferment le plus grand nombre de gisements de sidérite. De nombreux filons sont ou ont été exploités à la limite de la France et de l'Espagne (vallées de la Bidassoa et de la Nive) ; un très grand nombre d'entre eux sont en France. M. Nentien m'a fourni sur eux les renseignements suivants.

Ces filons sont particulièrement nombreux dans la partie de notre territoire qui forme une pointe en Espagne, entre Bidarray et les Aldudes. Le remplissage en est des plus complexes : sidérite, pyrite, panabase, chalcopyrite, blende, galène, barytine, stibine, etc. Selon les filons, quelques-uns de ces minéraux arrivent souvent à être prédominants, mais le plus fréquent de beaucoup est la sidérite, qui les constitue souvent presque exclusivement. De là, les nombreux filons exploités pour sidérite (avec chapeau d'hématite au voisinage des affleurements), notamment dans la vallée de la [Bidassoa], [Mines des Trois couronnes, de Véra, de Lésaca, etc.] en Espagne et aussi en France dans les concessions de la Bayonnette, d'Ainhoa, situées sur les communes d'Ainhoa, Espélette et Urrugue : les filons concédés de la Bayonnette et d'autres recoupent obliquement la crête servant de frontière entre la redoute de la Bayonnette et la Bidassoa. L'un de ces filons, à remplissage presque exclusivement de galène, est exploité près de Véra [*Espagne*]; à Ainhoa, les filons de Perlamborda

(non loin du pont frontière de Danchariaenea, sur la Nivelle) ont été exploités par les anciens pour cuivre (chalcopyrite, dont on trouve encore des traces dans la sidérite à grandes lames). Cette mine a été reprise, il y a quelques années, pour sidérite, mais celle-ci a fait place en profondeur à de la mésitite, facile à confondre au premier abord avec la sidérite, quoique beaucoup moins lourde, et l'exploitation a dû être abandonnée.

A la mine de Banca ou de Baigorry, qui s'étend sur les communes de Bidarray, Ossès, Saint-Étienne-de-Baigorry, Banca, etc., de très nombreux filons sont exploités depuis une époque fort reculée. Ils ont fourni de beaux cristaux de panabase, de chalcopyrite. Je renvoie à la page 724 du tome II pour les renseignements sur cette mine. La sidérite (analyse *c*) s'y présente sous forme de masses lamellaires blanches, souvent creusées de géodes, que tapissent des rhomboèdres *p*; elle est accompagnée de dolomite et de mésitite. Les rhomboèdres lenticulaires de ce minéral sont associés aux cristaux de panabase et de chalcopyrite, que l'on voit dans les anciennes collections.

Sans citer tous les filons jadis exploités et aujourd'hui plus ou moins visitables, je ne signalerai que ceux dans lesquels on a exécuté depuis vingt-cinq ans des travaux en vue de la recherche du minerai de fer :

Filons de *Gatuly*, d'*Escourleguy*, d'*Arnéguy* : sidérite, chalcopyrite, et pyrite ;

Filon de *Lisqueta* : sidérite, chalcopyrite, pyrite ;

Filon d'*Ustelleguy* : sidérite à peu près pure ;

Filons de *Saint-Martin-d'Arossa* et de *Picassary* : sidérite, galène, blende et barytine (exceptionelle), stibine rare.

Des recherches ont été faites sur un filon de sidérite, situé entre Asté-Béon et Louvie-Soubiron. Cette sidérite renferme de nombreux octaèdres de magnétite ; elle est finement compacte.

Dans la vallée de Louzon près de Ferrières, aux environs d'Urrugue, il existe aussi dans les formations paléozoïques des filons de sidérite, avec zone oxydée en limonite.

Ariège. Le filon de Saint-Pierre, près des Cabanes, contient de la sidérite en partie oxydée, avec gangue de quartz, chalcopyrite, pyrite, fluorine, etc. Les autres gisements ferrifères de la vallée de l'Ariège (Urs, Lassur, Gudanes, etc.) résultent très probablement de l'oxydation de filons de sidérite ou sont des gîtes de substitution (p. 608).

Pyrénées-Orientales. La sidérite est, avec le quartz, l'une des gangues des filons des environs de la Preste (panabase), de Lamanère (galène, blende, chalcopyrite, etc.).

Corbières. — *Aude*. Des filons de sidérite se trouvent à la Caunette, au voisinage de ceux de galène ; ils sont superficiellement oxydés et c'est cette zone d'altération qui a été autrefois exploitée.

Cévennes. — *Gard*. Au mur de la couche de houille Sans-nom, à Palmesalade en Portes (couche de l'Ouest), se trouvent d'importants gisements de sidérite, constituant des amas interstratifiés, qui ont ensemble 14 mètres d'épaisseur. La sidérite de Palmesalade est blonde, à grandes lames ; elle rappelle beaucoup plus celle des gisements de l'Isère que la sidérite des couches houillères ; il me paraît probable qu'elle est d'origine filonienne. On trouve cependant dans le même gisement (couche de l'Est) de la sidérite offrant la même apparence que celle des nodules des terrains houillers, dont il est question plus loin. Dans les deux cas, elle contient quelques minéraux sulfurés : galène, blende, panabase, bournonite, associés à du quartz. A l'Afenadou près Portes, ont été trouvées des géodes que tapissent des cristaux lenticulaires de sidérite.

De beaux cristaux (2 cm.) du même minéral ont été signalés au mur de la couche de Champclauson en Portes.

Des filons (atteignant 7 mètres 50 de puissance) de sidérite en grandes lames, avec magnétite et chalcopyrite, ont été exploités, dans les micaschistes, à la Valmy en l'Estréchure, à la limite du *Gard* et de la *Lozère*. On a rencontré accidentellement à la Valmy des cristaux b^1 (110) de grenat mélanite, d'un brun rouge, rappelant ceux de Framont. A citer aussi Capon en Saumane.

La collection du Muséum possède depuis 1858 quelques beaux échantillons de sidérite d'un blond clair, accompagnés, suivant les spécimens, de pyrite, seule ou associée à de la dolomite : ils sont indiqués comme provenant du Gard, sans indication plus précise. M. Gonnard y a observé, outre les faces p $(10\bar{1}1)$ dominantes, de petites facettes $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$, $e^{3/2}$ $(0\bar{5}51)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$. (*B. S. M.* XVIII. 382. 1895). Ces cristaux sont tellement identiques comme forme et associations à ceux de Saint-Pierre-de-Mésage, décrits plus loin, que je suis très tenté de penser que l'indication portée au Catalogue du Muséum n'est pas exacte et qu'ils proviennent en réalité de l'Isère. Cette opinion est renforcée par ce fait que la collection dont ils proviennent, achetée

à un marchand de minéraux, renferme un échantillon d'antimoine natif, étiqueté aussi « Gard » et offrant la plus grande analogie avec celui de la mine des Chalanches.

Lozère. Les filons de la Valmy se poursuivent dans le département de la *Lozère* jusque dans le village de Saint-Romans-de-Tousque en Moissac, où ils ont été explorés. La sidérite s'y présente avec les mêmes caractères et y est aussi associée à de la magnétite. Il faut enfin signaler un filon de sidérite (avec barytine et pyrite), qui se trouve dans le lit du Bétuzon près de Férussac, au S.-E. de Meyrueis.

Aveyron. A Maillors près Cassagnes, la sidérite lamellaire forme un filon de deux mètres de puissance.

Tarn. La limonite du gîte exploité à Las Corbes, près d'Alban-la-Fraysse, résulte de l'oxydation de sidérite, dont on retrouve souvent la trace sous forme de géodes, tapissées de rhomboèdres, généralement courbes plus ou moins complètement limonitisés. Ce gisement se trouve dans les schistes cristallins : il a fourni de beaux échantillons de manganite.

Puy-de-Dôme. Des filons d'une sidéroplésite lamellaire (analyse *n*) ont été autrefois exploités à Taillefer en Tortebesse : ils renferment de la galène.

Cantal. Des filons identiques à ceux de Taillefer et situés sur leur prolongement, vers le sud, se trouvent à Tiniers, près Bort ; ils renferment un sulfoantimoniure de plomb (*jamesonite*).

Vosges. — *Vosges*. La collection du Muséum possède un échantillon de dolomite de La-Croix-aux-Mines, dont les cavités renferment en abondance de très petits cristaux bruns de sidérite. Ce minéral plus ou moins oxydé constitue l'une des gangues des filons.

[*Alsace*]. La sidérite est un minéral ancien du filon Saint-Sylvestre, en Urbeis ; elle s'y rencontre parfois en rhomboèdres nets (analyse *i*) ; elle est associée à la dolomite et à la chalcopyrite. Le même minéral forme, avec quartz, le remplissage de filonnets non métallifères dans la mine de Donner en Urbeis (Ungemach. *B. S. M.* XXIX, 274, 1906).

Beaux rhomboèdres souvent courbes atteignant 3 centimètres et généralement limonitisés à Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Savoie*. La sidérite, associée à la calcite, forme un filon à Leschaux près Salins, qui est remarquable par le rutile jaune d'or, aciculaire, qu'il renferme, associé à du quartz et à de l'hématite.

La sidérite se trouve souvent en cristaux de plus de 2 centimètres ; ils sont soit engagés dans la calcite, dont il est possible de les extraire mécaniquement, surtout quand ils sont limonitisés, soit isolés dans des géodes.

Les filons de sidérite en grandes lames du type d'Allevard ont été exploités autrefois à Saint-Georges-d'Heurtières (avec chalcopyrite) et aux environs de Modane (notamment à Bissorte).

Isère. La chaîne de Belledone et ses dépendances, limitées par l'Isère, la Romanche et son affluent l'Eau d'Olle, contiennent de nombreux filons oxydés, constitués par de la sidérite. Les principaux se rencontrent aux environs d'Allevard, où ils étaient déjà exploités au XIIIe siècle ; ils s'étendent sur les communes de Pinsot de la Ferrière, d'Allevard, de Saint-Pierre-d'Allevard (concession de la Taillat, etc.) et de Theys ; plusieurs d'entre eux, notamment ceux de Saint-Pierre-d'Allevard, sont encore exploités. Ils sont généralement peu épais, n'atteignent que rarement 5 mètres et restent souvent au-dessous de 1 mètre. D'après Gueymard (*Stat. de l'Isère*, 1844. 449), ceux des hauts sommets (dans le gneiss) sont toujours plus réduits et moins réguliers que ceux des régions de moindre altitude (dans schistes à séricite) ; ils se terminent en coin en profondeur.

Les minerais de fer spathique de cette région présentent divers aspects extérieurs correspondant à des compositions différentes. Les sidérites à très petites lames (*rives* des mineurs) sont d'ordinaire relativement riches en carbonate de manganèse et ne contiennent que très peu de magnésie. Les minerais à très grandes lames (*maillats* des mineurs), au contraire, sont pauvres en manganèse et riches en magnésie ; quand on les chauffe, ils se clivent en très petits éléments. Des analyses publiées par Gueymard donnent jusqu'à 20 °/₀ de $MgCO^3$, ces minerais sont donc en grande partie constitués par des *sidéroplésites*, mais ces analyses ont été faites dans un but industriel et la pureté minéralogique des échantillons étudiés n'a pas été démontrée. Un état intermédiaire, au point de vue de la grandeur des lames, entre ces deux types est caractérisé également par une composition intermédiaire (*rives orgueilleux*). D'ordinaire un filon renferme l'une de ces trois catégories de minéraux presque à l'exclusion des autres.

Toutes ces sidérites sont oxydées aux affleurements et souvent aussi le long des salbandes ou de fentes irrégulières et transformées en limonite manganésifère, ou par deshydratation, en hématite ; la plus

grande partie de la magnésie a été éliminée pendant la décomposition. Ce sont là les *mines douces*, sur lesquelles portaient exclusivement les exploitations des anciens.

Les filons de Saint-Pierre-d'Allevard ont fourni de magnifiques échantillons géodiques : énormes rhomboèdres p (avec quelquefois a^1), dépassant 10 centimètres de plus grande dimension, formés par les réunions d'individus plus petits. Il existe aussi des cristaux lenticulaires (analyse g). Les géodes renferment des cristaux de quartz hyalin et sont quelquefois saupoudrées de petits cristaux de calcite.



Fig 1.
Brèche formée par des fragments schisteux entourés par du quartz fibreux, et réunis par de la sidérite lamellaire. Filon de la Chevrette. (*Réduction de moitié environ.*)

Les filons de sidérite contiennent, suivant les gisements, de la magnétite, de l'hématite, de la pyrite, de la blende, de la galène, quelquefois de la chalcopyrite ; ce dernier minéral est très abondant à la Chevrette. Le quartz hyalin en beaux cristaux se rencontre parfois en abondance, notamment dans les filons qui traversent les schistes séricíteux, alors qu'il est relativement rare dans les autres filons.

Le filon de la Chevrette, dans la combe de Veyton, présente des particularités de structure fort intéressantes ; à sa salbande inférieure, il est constitué par une brèche orbiculaire dont la figure 1 représente un échantillon. Elle est formée par des fragments des épontes (schistes à séricite) entourés par du quartz blanc laiteux, dont les cristaux sont implantés normalement sur eux ; ces orbicules sont enveloppés par la sidérite à lames moyennes, qui constitue le reste du filon.

Enfin des filons de sidérite, avec magnétite et hématite (filons du Cros (Crots) et de la Sitre (Citre), se rencontrent dans les gneiss, entre Theys et Domène et surtout dans la vallée de la Romanche, sur les communes de Vaulnaveys, de Vizille, de Saint-Pierre-de-Mésage, de Saint-Théoffrey. Ils sont en moyenne plus quartzeux et moins riches

que ceux d'Allevard (sidérite à grandes lames). Ils ont fourni des cristaux semblables à ceux des gisements précédents.

Les filons de Saint-Pierre-de-Mésage sont particulièrement intéressants au point de vue minéralogique ; ils ont deux mètres d'épaisseur. Au moment de leur exploitation, ils ont fourni de très beaux minéraux cristallisés, généralement indiqués dans les collections comme provenant de Vizille. La sidérite est, sur les bords des filons surtout, mélangée de cristaux de quartz, de pyrite, et creusée de cavités géodiques, dans lesquelles ont cristallisé la sidérite, l'ankérite, le quartz, la pyrite et parfois un peu de calcite.

La sidérite en grandes lames jaunes ou brunâtres présente fréquemment des macles polysynthétiques suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, se manifestant même à l'œil nu par des plans de séparation très nets. Sa forme la plus habituelle est le rhomboèdre p, avec a^1 généralement terne et parfois b^1 ; ces deux formes sont souvent arrondies. J'ai examiné quelques cristaux plus compliqués ; ils sont absolument identiques à ceux décrits page 603 ; ce sont des rhomboèdres dont les faces p, très brillantes, sont constituées par des lames en escaliers diminuant graduellement à partir du sommet ternaire.

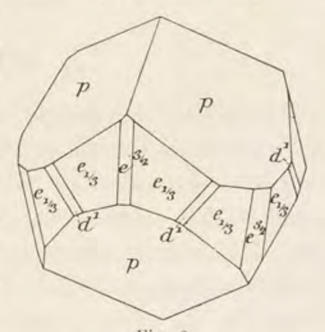


Fig. 2.
Sidérite de Saint-Pierre-de-Mésage.

De larges faces $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ existent d'une façon constante, accompagnées d'étroites facettes $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$ (fig. 2) ; ces dernières sont assez brillantes.

L'ankérite est souvent géométriquement orientée sur cette sidérite. Les filons de Saint-Pierre-de-Mésage renferment en outre de jolis échantillons d'aragonite et des stalactites calcaires.

L'analyse *m* montre que le minerai de la Grande-Fosse, près Vizille, est constitué par une sidéroplésite, tandis que celui de Pierre-Rousse (analyse *e*) est pauvre en magnésie. La moyenne des sidérites de cette région est assez magnésienne.

Il y a lieu de citer aussi des filons, situés entre Allemont et la Rivière d'Allemont, sur la rive droite de l'Olle (Grand Bois, Troix Laux, Malpourché, Roche-Noire, etc.) ; ils ont fourni, non seulement de la sidérite, mais encore de la magnétite, de l'hématite, de la limonite manganésifère, de l'ankérite (Troix-Laux). Les minéraux de ces

filons se trouvent souvent dans les vieilles collections sous la dénomination d'Articol, du nom de l'établissement métallurgique, où ils étaient traités jadis.

Enfin, les terrains cristallins de la Motte d'Aveillans et de la Motte Saint-Martin près La Mure sont également traversés par des filons de sidérite, qui ont donné lieu à des exploitations : ce sont eux, sans doute, qui ont fourni les échantillons de mésitite dont il est question page 596.

Esterel. — *Var*. Un filon d'environ $0^{m}50$ d'épaisseur se trouve dans les schistes cristallins du prieuré de la Madeleine, à quatre kilomètres au nord de Cogolin.

β) Gîtes de substitution.

Pyrénées. — *Ariège*. On a vu plus haut que le célèbre gisement de limonite de Rancié en Sem, près Vicdessos, est un gîte de substitution dans des calcaires paléozoïques et que le minéral ferrugineux originel a été la sidérite manganésifère, dont on trouve parfois des rognons lamelleux intacts, entourés d'une croûte hydroxydée. Cette sidérite est parfois mélangée de galène, de blende et ses fentes sont recouvertes d'enduits de greenockite.

J'ai observé, dans le gîte ferrifère de Luzenac, des rhomboèdres contournés de sidérite, en partie transformés en limonite et en hématite; ils sont associés à du quartz hyalin : j'ai vu de petits cristaux $p\ d^1 e^2 a^1$, hématisés provenant de la même région.

Pyrénées-Orientales. Les gîtes de limonite du massif du Canigou ont une origine semblable. Là aussi, la sidérite manganésifère se trouve parfois intacte avec une zone de passage à la limonite.

Elle ne constitue qu'un accident dans les gisements du revers Nord du massif (Fillols), tandis que, dans les mines situées sur le versant méridional de la montagne, dans le district de Batère (concessions de Ballestang, de la Pinouse, de Sarrat Magre, de las Indis et de Rogues-Nègres, de la Tour de Batère), elle est encore prédominante.

Gard et Ardèche. Je range ici une série de gisements ferrifères, qui ont été considérés par beaucoup d'auteurs comme d'origine sédimentaire, à cause de leur intercalation avec les couches, au milieu desquelles on les trouve (calcaires dolomitiques recouvrant les grès et les conglomérats du trias inférieur). Il me paraît préférable de les regarder

comme formés par une substitution chimique, effectuée aux dépens des calcaires sous l'influence des sources venant de la profondeur. Il existe du reste, dans la même région, des gisements de galène (Largentière, Notre-Dame de Laval), de calamine (Joyeuse), de pyrite (Soyons), dont l'origine filonienne n'est pas douteuse et qui se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

Le minerai est une sidérite plus ou moins impure, se transformant aux affleurements en limonite scoriacée, un peu manganésifère, qui souvent a été seule exploitée. Les principaux gisements sont les suivants :

Gard. Bordejac, Travers près Bessèges, Blavannes, Saint-Florent, etc.

Ardèche. Merzelet, Montgros, Ailhon.

Algérie. — *Oran*. Le gîte ferrifère de Beni Saf paraît, au moins en partie, s'être produit par substitution (âge tertiaire). Il constitue de très grandes lentilles en chapelets, réunies par des étranglements ; elles sont situées au milieu de schistes primaires, recouverts par des calcaires liasiques, dont les blocs corrodés et traversés par des filonnets d'hématite écailleuse se rencontrent au milieu du minerai. Celui-ci est constitué par une hématite manganésifère, rouge ou bleu noirâtre ; la structure de celle-ci ne laisse pas de doute sur la nature du minéral originel aux dépens duquel elle s'est formée : c'est de la sidérite, dont les rhomboèdres (p), pseudomorphisés, tapissent de grandes géodes ; ils sont associés parfois à de beaux cristaux d'hématite.

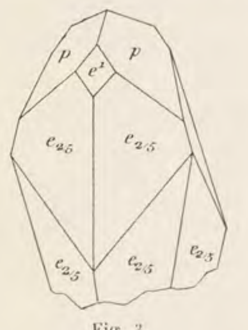


Fig. 3.
Sidérite du Djebel Ouenza.

Constantine. Le très riche gîte du Djebel Ouenza, près Clairfontaine, non loin de la frontière tunisienne, résulte de la transformation en sidérite de calcaires aptiens. Aux affleurements, qui seuls ont été explorés, la sidérite est entièrement transformée en hématite ou en limonite. Je dois à MM. Blayac et Coëz de belles géodes, tapissées de cristaux rhomboédriques, souvent recouverts de barytine ; ces cristaux ne sont pas, comme ceux de Beni-Saf, des rhomboèdres p, mais des scalénoèdres, groupés à axes parallèles et souvent emboîtés en grand nombre le long de l'axe ternaire, puis terminés par des rhomboèdres :

Je me suis demandé si ce ne sont pas d'anciens cristaux géodiques de calcite des calcaires aptiens, pseudomorphisés d'abord en sidérite, puis en hématite. Malheureusement, les faces sont ternes et les mesures n'ont pu être faites qu'en collant des petits verres minces sur les faces : l'angle $p\ p$ voisin de 107° ne laisse cependant pas de doute sur la nature originelle du minéral pseudomorphisé. Le scalénoèdre est inverse et ses angles se rapprochent de ceux de $e_{2/5}$ (3.7.$\bar{1}\bar{0}$.2), forme connue dans la calcite, mais non encore signalée dans la sidérite.

Je donne, sous quelque réserve, l'interprétation de ces cristaux (fig. 3) : $e_{2/5}\ e_{2/5}$ sur p = 98° obs. (96°52′ calc.), sur e^1 = 145° obs. (146°2′ calc.), $p\ e_{2/5}$ adj. = 132° obs. (131°5 calc).

b) Filons divers et surtout filons concrétionnés.

La sidérite existe dans un assez grand nombre de filons concrétionnés, plombifères, ou zincifères, soit comme élément accidentel rare, soit comme gangue.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* La sidérite lamellaire ou crêtée est avec le quartz l'une des gangues de la galène du filon de Trémuzon, à 8 km. de Saint-Brieuc : ce filon contient de la galène, de la chalcopyrite, etc.

Ille-et-Vilaine. — On a trouvé en 1863 à la mine de galène de Pontpéan, une sidérite pulvérulente, onctueuse au toucher, d'un jaune chamois pâle ; elle a l'apparence du précipité obtenu en versant un carbonate alcalin dans une solution de sulfate ferreux ; j'ai constaté au microscope qu'elle est formée de grains irréguliers ou ovoïdes (rhomboèdres aigus) très biréfringents.

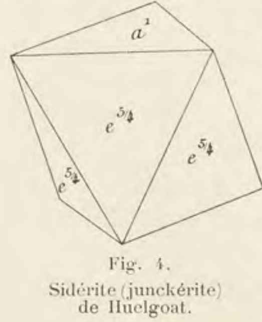


Fig. 4. Sidérite (junckérite) de Huelgoat.

Finistère. La mine de galène de Poullaouen a fourni autrefois de curieux petits cristaux de sidérite, dans lesquels Dufrénoy a cru voir une forme orthorhombique, isomorphe de l'aragonite et à laquelle il a donné le nom de *junckérite* (*A. C. P.* LVI. 198. 1834). Breithaupt (*A. P.* LVIII 278. 1843) a fait remarquer, quelques années plus tard, la probabilité de l'identité de ce minéral et de la sidérite, les trois clivages irrégulièrement faciles, voisins de 107°, décrits par Dufrénoy, devant correspondre aux clivages p (10$\bar{1}$1) de cette substance. Cette hypothèse, qui ne fut pas acceptée par Dufrénoy (*Minér.*, II. 613.

1856), a été démontrée exacte par l'examen optique que Des Cloizeaux a fait du minéral de Poullaouen (*op. cit.*, II. 145).

Les échantillons originaux de Dufrénoy, conservés dans la collection du Muséum, sont constitués par de petits rhomboèdres aigus, terminés par une base arrondie ; parfois celle-ci et les faces rhomboédriques étant également développées, les cristaux ont l'aspect d'octaèdres réguliers. Les faces sont si mauvaises que je n'ai pu préciser le symbole de ce rhomboèdre, qui me paraît cependant voisin de $e^{5/4}$ (03$\bar{3}$1) (fig. 4). Ces cristaux sont d'un brun ambré et implantés sur un schiste quartzeux verdâtre.

Côtes-du-Nord. — La sidérite en gros rhomboèdres *p* se trouve empâtée dans la galène et la blende de Plouagat et de Chatelaudren.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des groupements crétés de sidérite recouvrent la pyrite de la mine d'Ar.

Haute-Garonne. Belles géodes de rhomboèdres *p* de sidérite, avec pyrite, dans le filon de chalcopyrite à gangue calcaire de Saléchan. Le même minéral se trouve avec blende et galène aux mines d'Argut, d'Uls près Melle, de Milhas (avec pyrite et hématite écailleuse).

Ariège. J'ai recueilli de belles masses lamellaires et des rhomboèdres crétés de sidérite, souvent transformés en hématite, dans la mine de galène de Montcoustant à Cadarcet ; elles sont recouvertes par de la calcite et de l'ankérite.

Cévennes. — *Hérault.* Blum a décrit (*Pseudom.*, II.1847.142) de petits rhomboèdres brunâtres ou d'un brun rougeâtre, à cassure résineuse, implantés avec chessylite et malachite sur le quartz des filons de Ceilhes près Lodève (et non Cordève). Ils sont actuellement constitués par de la limonite (stilpnosidérite). Blum les regardait comme ayant appartenu à de la dolomite : il semble plus vraisemblable qu'ils étaient constitués par de la sidérite. Ils étaient recouverts par de la chessylite, et renfermaient ce minéral dans leurs cavités.

Gard. De jolis rhomboèdres de sidérite, accompagnés de cristaux de galène et de dolomite, ont été trouvés dans le filon de Mercoirol près Alais.

Plateau Central. — *Aveyron.* La sidérite est un élément accessoire de beaucoup de filons concrétionnés de la région de Villefranche (Campels, Cantelouve) et de Sylvanès (Fontserène, Puy de Rostes, etc.), de Renilhac.

Tarn. La sidérite est l'une des gangues les plus abondantes de certains filons de galène de Peyrebrune près Réalmont. Elle est lamellaire, jaune de diverses nuances ; dans les géodes, elle s'isole en jolis rhomboèdres, généralement arrondis ou lenticulaires : tantôt ceux-ci tapissent seuls les géodes et tantôt ils sont implantés sur des cristaux de quartz, avec ou sans galène, blende, etc. Sur les vieilles haldes de la rive gauche du Dadou, se trouvent des accumulations de sidérite lamellaire, devenue superficiellement d'un brun noirâtre et possédant un éclat métallique très brillant.

Cantal. Rhomboèdres sur la stibine de Saint-Mary-le-Plain, de Leyvaux.

Puy-de-Dôme. La sidérite blonde abonde, comme gangue de la galène et de la blende, dans les mines de Pontgibaud (Pranal) et notamment à la Brousse ; le plus souvent, elle se rencontre en rhomboèdres p, parfois irisés. M. Gonnard a trouvé des pseudomorphoses creuses (probablement de calcite) en sidérite offrant la combinaison e^2 $(10\bar{1}0)$, a^1 $(10\bar{1}2)$.

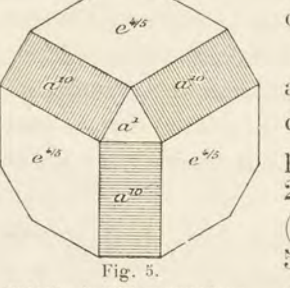


Fig. 5.
Sidérite de Châteauneuf-sur-la-Sioule. (*Puy-de-Dôme.*)

A Châteauneuf-sur-la-Sioule, le même savant a rencontré, dans les recherches d'une mine de galène (*B. S. M.* XVIII. 386. 1895), des pseudomorphoses du même genre, ayant 2 à 3 millimètres et offrant les formes $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ dominantes, avec a^{10} $(30\bar{3}4)$ et a^1 (fig. 5) ; ces cristaux sont formés eux-mêmes de cristaux plus petits, groupés en grand nombre à axes parallèles ; d'autres cristaux, également creux, sont lenticulaires et résultent de la superposition de deux lentilles à contours hexagonaux (e^2).

J'ai cité page 599 l'analyse (n) de la sidéroplésite du filon plombeux de Taillefer-en-Tortebesse ; la sidérite plus ou moins magnésienne existe dans diverses autres localités du même département (environs d'Avèze, etc.).

Rhône. J'ai observé, dans les filons de pyrite de Saint-Bel, des croûtes constituées par de petits cristaux de sidérite, d'un brun foncé, allongés suivant l'axe vertical et arrondis ; ils paraissent être formés par des scalénoèdres très aigus et dans tous les cas indéterminables ; par places, ils sont groupés en sphérolites imparfaits.

Vosges. — *Vosges.* Masses clivables et rarement cristaux lenticulaires, avec blende et barytine à Lusse, près Saint-Dié.

Haute-Saône. Masses clivables, avec fluorine et chalcopyrite, au Mont-de-Vanne, près Mélisey.

Belfort. A Auxelles-le-Haut, cristaux lenticulaires, avec panabase.

Alsace. Au filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, M. Ungemach a observé des cristaux lenticulaires, frangés sur les bords et groupés en rosaces. Dans une grande géode du filon Saint-Paul, les cristaux lenticulaires de sidérite sont disposés à plat sur leur gangue, à laquelle ils donnent un aspect alvéolé. A la mine Donner (Urbeis), la sidérite forme de petits cristaux courbes, d'un brun jaune ; le rhomboèdre p porte de très petites facettes brillantes d^2 $(21\bar{3}1)$ et $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ (avec blende en cristaux b^1 a^1 $a^{9/4}$ p). M. Ungemach m'a signalé encore la sidérite lenticulaire à Sainte-Croix-aux-Mines, à Steinbach près Thann (sur barytine), à Wegscheid et à Rimbach près Massevaux.

La sidérite pure est rare dans les filons plombifères de Sainte-Marie-aux-Mines ; il y existe plus fréquemment un type, à la fois manganésifère, calcique et magnésien, dont M. Dürr a donné l'analyse (*Miner. Markirscher Erzgänge*, Strasbourg 1907. XXI). Ce minéral, associé au quartz et à la dolomite, forme des agrégats de rhomboèdres courbes, se distinguant par leur couleur brunâtre de l'ankérite ; cette analyse conduit à la formule $8\,FeCO^3$, $MnCO^3$, $(CaMg)\,CO^3$.

Alpes. — *Haute-Savoie.* De beaux cristaux de sidérite lenticulaires ont été trouvés avec dolomite, barytine, panabase, etc., dans les filons de galène de la montagne de Pormenaz, au-dessus de Servoz.

Isère. Le filon de la Fayolle, situé au Sud de Laffrey, au milieu des schistes à séricite, renferme dans une gangue quartzeuse de la sidérite, de la blende ou de la galène, qui ont une importance relative variable dans les diverses parties du filon. On rencontre des groupements concrétionnés (par couches concentriques) des trois minéraux ; la sidérite renferme fréquemment des mouches de chalcopyrite.

Algérie. — *Oran.* Sidérite lamellaire avec géodes de calcite à Gar Rouban.

Alger. — La sidérite est l'une des gangues de la chalcopyrite (tome II p. 687) et de la panabase des divers gisements de ce département. D'après les indications que je dois à M. Cesàro, c'est de Mouzaïa que proviennent les cristaux décrits par ce savant (*Ann. soc. géol. Belgique*, XVIII, 1891) comme provenant d'Algérie sans indication plus précise et dans lesquels il a observé de petites facettes $e_{1/5}$ $(24\bar{6}1)$, accompagnant p.

De grands rhomboèdres b^1 lenticulaires souvent transformés en hématite, ont été trouvés dans l'ancienne mine de Beni Aquil ; ils sont empilés suivant l'axe vertical, et associés à des rosettes d'aragonite. A l'Oued Allelah, sidérite du même type supportant des rhomboèdres d'ankérite.

La collection du Muséum renferme un échantillon de quartz indiqué comme provenant de Boufarik, et sur lequel sont implantés des cristaux de sidérite limonitisés (5^{mm}), dans lesquels la forme dominante est $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ terminé par une base bombée associée à des rhomboèdres directs et inverses très obtus et non mesurables (fig. 6). Au moment du tirage de cette feuille, M. Baret me communique un échantillon de sidérite spathique en partie intacte renfermant des cristaux semblables aux précédents et provenant du même gisement.

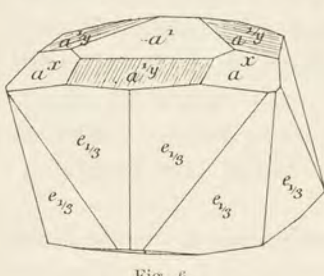


Fig. 6.
Sidérite de Boufarik.

Constantine. Des groupements de rhomboèdres lenticulaires de sidérite, d'un brun rougeâtre, empilés suivant c, ont été rencontrés dans une gangue quartzeuse du gisement cuprifère et plombifère d'Aïn-Barbar [1].

Tonkin. — La sidérite est, avec le quartz, l'une des gangues de la panabase des environs de Giao-Hiem (province de Bac Giang) ; elle s'y trouve parfois en rhomboèdres nets. Elle existe aussi dans les gisements zincifères des provinces de Tuyen-Quang et de Thaï-Nguyen : les échantillons étudiés m'ont été remis par M. Dupouy.

c) *Dans les fentes de roches diverses.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Les diaclases des schistes ardoisiers de Pouldu en Caurel sont quelquefois tapissées de très petits cristaux bruns de sidérite, dont les formes paraissent se rapporter à celles de la *junckérite* du Huelgoat. J'ai signalé (*B. S. M.* XVII. 39. 1893) l'association de cette sidérite à de très grands cristaux de vivianite.

Maine-et-Loire. — J'ai rencontré dans les fentes des schistes siluriens d'Angers des cristaux analogues aux précédents.

1. M. Ungemach vient de me signaler sur de beaux cristaux englobant la panabase du Djebel Boaza près Djidjelli les formes suivantes : p, $e_{1/3}$, a^1, avec ($d^{1/3}$ d^1 $d^{1/5}$) $(44\bar{8}3)$, e^1, d^1, $e^{7/3}$ $(10.0.\overline{10}.1)$ et peut-être a^3 $(20\bar{2}5)$ subordonnés.

Alpes. — *Savoie, Hautes et Basses-Alpes*. M. Kilian m'a signalé l'abondance de cristaux de sidérite dans les fentes du houiller de la Maurienne, dans celles des grès du flysch des Trois Évêchés près du col du Lautaret (*Hautes-Alpes*), de Goléon, d'Allos (*Basses-Alpes*).

La sidérite, en gros rhomboèdres, accompagne le quartz hyalin du glacier Lombard (*Hautes-Alpes*), etc.

Madagascar. — La collection du Muséum possède un échantillon de quartz hyalin limpide, provenant de la Grande Ile, sans indication précise de gisement : il renferme des rhomboèdres *p* de sidérite blonde.

2° *Dans les roches éruptives.*

La sidérite est un produit secondaire assez fréquent des roches éruptives basiques, mais on la rencontre surtout dans les cavités cellulaires des basaltes. Elle s'y présente sous forme de mamelons concrétionnés (fig. 7) à structure zonaire et en même temps fibreuse, d'un brun rouge, offrant, dans les lames minces, le phénomène décrit page 435.



Fig. 7.
Sphérosidérite dans cavité d'un basalte du Mont-Dore.

Cette variété de sidérite est souvent manganésifère, elle constitue la *sphérosidérite*. Par décomposition, elle se transforme en limonite à cassure résineuse ou en hématite, se débitant parfois en écailles concentriques, et possédant souvent une grande fragilité.

Plateau Central. — La sphérosidérite se rencontre dans tous les basaltes du Plateau Central ; voici quelques localités où j'ai observé des échantillons particulièrement beaux.

Haute-Loire. Rochelimagne, Polignac, Le Croustet, etc. Dans cette dernière localité, la sphérosidérite se trouve aussi dans les cavités des enclaves granitiques des scories basaltiques et elle forme de petites veinules dans leur masse. Rouzade près le Puy (avec aragonite).

Cantal. Murat, Thiézac, etc. A St-Projet, la sidérite forme, à la surface de gros cristaux bacillaires d'aragonite, de petites masses jaune foncé, hérissées de pointements cristallins indistincts.

Puy-de-Dôme. Basaltes et labradorites du Mont-Dore (Chemin des Artistes, route de Besse, etc.), et de la Chaîne de Puys.

G. Rose a décrit (*Abhandl. Akad. Wiss. Berlin*, 1856, 37) des pseudomorphoses de calcite en limonite provenant du Puy de Marman, où elles accompagnent l'analcime, la mésotype et l'aragonite : il me paraît plus vraisemblable qu'il s'agit là de sidérite, minéral que j'ai rencontré dans ce gisement.

3° *Dans les formations sédimentaires.*

La sidérite se rencontre dans quelques formations sédimentaires, où elle résulte, soit d'un dépôt primordial effectué sous cette forme, soit de réactions secondaires, telles par exemple que la décomposition de la pyrite dans un milieu contenant des carbonates ; elle présente, dans ces gisements, des faciès très caractéristiques.

a) *Dans les formations paléozoïques.*

Silurien.

Normandie. Bretagne. Maine. — La sidérite ne constitue qu'exceptionnellement le minerai du niveau ferrifère, intercalé en Normandie entre les grès à *Bilobites* et les schistes à *Calymene* ; celui-ci est en effet d'ordinaire constitué par de la limonite ou par de l'hématite et de la magnétite. Mais dans bien des cas, sinon dans tous, il est probable que la limonite est le résultat de la décomposition de sidérite que les exploitations n'ont pas encore atteinte ; la démonstration peut en être faite pour les gisements suivants où la sidérite intacte a été rencontrée en plus ou moins grande abondance au milieu de l'oxyde.

Orne. Environs de la Ferrière-aux-Étangs (Le Chatellier, forêt d'Halouze) (Pralon. *A. M.* XIX. 125. 1902) : près du Chatellier, la sidérite est transformée en hématite au voisinage du granite.

Calvados. Jurques.

Morbihan. Ille-et-Vilaine. Mayenne. Aux environs de Fougerets (près l'étang de Vaulaurent et environs de la Ville-Macé), sur un coteau situé sur la rive droite de l'Oust ; exploitations aux environs de Glénac (Haut-Sourdéac), du Tertre et de la Chouannière (avec un peu de galène, de pyrite, etc.), puis entre l'Oust et la Vilaine, le Moulin Bréhon, la Ferrière, Trobert, la Haillerais, etc. Les échantillons de ces gisements, que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. Davy,

sont constitués par une sidérite grise, compacte, parfois mélangée de calcite (Saint-Pierre-la-Cour, *Mayenne*).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Les gisements situés près de Loiré sont sur le prolongement des précédents et présentent les mêmes particularités.

Carbonifère.

Le minerai de fer des assises carbonifères se trouve le plus généralement sous forme de carbonate. Il constitue des nodules lenticulaires, plus rarement de petits lits continus, d'une véritable roche, essentiellement formée par de la sidérite parfois un peu calcique et magnésienne mélangée à des oxydes de fer, de l'argile, des grains de quartz, du charbon, etc. Ces nodules sont d'un jaune clair, à aspect finement grenu, quand ils sont très purs, noirs ou brun clair, à cassure compacte ou terreuse, quand ils sont riches en matières étrangères. Ils contiennent souvent des cristaux de pyrite et ont parfois à leur centre des fossiles (plantes, poissons, coprolites, etc.), qui ont servi de point d'attraction aux sels de fer précipités dans un milieu réducteur. C'est en partie à la présence de ces débris organiques qu'il y a lieu d'attribuer la richesse en acide phosphorique ; souvent, dans quelques gisements, cette sidérite est même associée à de la phosphorite.



Fig. 8.
Nodule de sidérite lithoïde avec fissures de retrait. Blanzy (*Saône-et-Loire*). (*Réduction de moitié environ.*)

Ces nodules sont parfois creux ou présentent des fentes de retrait (fig. 8), dans lesquelles peuvent s'observer divers minéraux, parfois bien cristallisés : calcite, dolomite, ankérite, pyrite, galène, blende, barytine, quartz, kaolinite, etc. Ils renferment quelquefois aussi (bassin de Saint-Étienne) des géodes tapissées de cristaux rhomboédriques de sidérite.

La structure des nodules de sidérite est grenue et rappelle celle de certains calcaires, plus rarement elle est sphérolitique (*sphérosidérite*) (fig. 9). On trouvera page 599, comme exemples, deux analyses de cette variété de sidérite, qui est fréquemment manganésifère.

La ferrorhabdite, décrite page 467 du tome II, est le résultat de



Fig. 9.
Sphérolites de sphérosidérite de Firminy (*Loire*).
(*Lumière polarisée, grossissement de 33 diamètres.*)

la réduction complète de nodules de sidérite, consécutive à la transformation par fusion des assises houillères en roches feldspathiques, avec ou sans cordiérite, sous l'influence des incendies souterrains.

Les rognons de sidérite constituent en Angleterre une grande richesse ; en France, ils se rencontrent dans tous les bassins houillers, mais ils n'ont pu que bien rarement être exploités fructueusement. Je ne citerai ici que quelques gisements, dans lesquels ils sont particulièrement abondants.

Flandre. — *Nord*. Toutes les couches de ce bassin renferment (particulièrement à leur toit) des rognons de sidérite : les gisements suivants sont particulièrement à citer : Fresne, Vieux Condé à Anzin (échantillons sphérolitiques), Douchy (les rognons de sidérite de ce

dernier gisement montrent parfois des fissures de retrait divisant la masse en petites colonnes prismatiques).

Pas-de-Calais. Parmi les gisements de cette région, il faut faire une place spéciale à la veine St-Eugène à Liévin. La sidérite y mérite souvent le nom de *sphérosidérite*. M. Barrois m'a en effet communiqué des échantillons, constitués par l'agglomération de sphérolites de un ou deux millimètres, séparés parfois les uns des autres par de la houille ; leur structure fibreuse est remarquablement régulière.

Normandie. — *Calvados*. Littry.

Vendée. — *Vendée*. Bassin de Vouvant (Faymoreau) (avec cristaux de barytine dans les fentes).

Cévennes. — *Gard*. Le gisement de Palmesalade, dont il a été question page 603, devrait peut-être être classé ici, mais, par la nature de ses produits, sa structure, etc., il se rapproche davantage des gîtes filoniens, parmi lesquels je l'ai rangé.

Plateau Central. — *Aveyron*. Bassin de Decazeville (mines de Lasalle, Gombes et Tramont (couches concrétionnées, avec fentes tapissées de cristaux de pyrite), Cransac (nodules parfois réduits en ferrorhabdite), Carmaux, etc.

A Lasalle, les incendies souterrains n'ont que calciné, sans les réduire, les nodules de sidérite : ils les ont transformés en hématite.

Ardèche. La Chastagnère près Prades.

Creuse. Basmoreau.

Corrèze. M. Puyaubert m'a signalé dans les mines d'Argentat l'existence de nodules de sidérite, dont le centre renferme souvent de la kaolinite écailleuse et de la blende transparente.

Haute-Loire. Brassac (mine de Grosménil).

Puy-de-Dôme. Messeix.

Loire. Le bassin de Saint-Étienne, Rive-de-Gier et surtout la mine du Treuil. Dans cette dernière, il existe trois couches de sidérite, alternant avec deux couches de houille dans un schiste argileux ; la sidérite est continue dans les couches supérieures, noduleuse et discontinue dans les autres ; elle renferme en petite quantité de la galène, de la blende, de la barytine.

A Firminy, les nodules sont parfois très cristallins, constitués par

des sphérolites très réguliers : ils renferment de beaux cristaux de pyrite.

M. Mayençon a signalé à Montrembert (puits Devilaine) et à la Beraudière (puits Ferouillat), des rognons de sidérite lithoïde à centre noir et à cassure conchoïde, ou gris, rayant le verre, dans lesquels il aurait trouvé des traces de cérium (*C. R.* XCI, 669, 1880).

Allier. Commentry (nodules parfois réduits en ferrorhabdite), Noyant, Fins (nodules ayant parfois un centre en phosphorite terreuse et une croûte extérieure en pyrite compacte).

Nièvre. Decize.

Saône-et-Loire. Bassin d'Autun et d'Épinac, Blanzy [nodules à structure intérieure cloisonnée (fig. 8)].

Vosges. —*Haute-Saône.* Ronchamp et Champagney (nodules renfermant des nids de pyrite, de galène, de blende, de barytine).

Esterel. — *Var.* Collobrières : la Bourrenque, au nord de Six-Fours.

b) *Dans les formations secondaires.*

Trias.

Esterel. — *Var.* Les grès à combustible pyriteux des environs de Grasse renferment des rognons de sidérite lithoïde.

Pyrénées. — *Landes.* Dans les marnes irisées de la métairie de Larom, près Gaujacq (en rognons).

Jurassique.

Normandie. — *Seine-Inférieure* et *Oise.* J'ai examiné des échantillons de sidérite lithoïde du Pays de Bray provenant du portlandien d'Armentières en la Chapelle-aux-Pots (*Oise*) et de Beaubec-la-Rosière (*Seine-Inférieure*) : ils sont semblables à ceux de l'hauterivien de la même région.

Cévennes. — *Gard.* Des rognons de sidérite lithoïde se trouvent dans les marnes du lias à Valz près Anduze, à la Vigne près Saint-Sébastien, à Bariel près Durfort.

Plateau Central. — *Aveyron.* Des rognons de sidérite, rappelant par leur aspect ceux du houiller, se rencontrent dans des marnes du lias inférieur des environs de Millau.

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. La sidérite, en petits rhomboèdres fort nets, jaunes et brillamment irisés, souvent empilés en grand nombre suivant l'axe vertical, tapisse les cavités des couches riches en hématite du callovien de la Voulte (analyse *b*). Ces groupements rappellent en plus régulier, ceux de dolomite de Framont, figurés plus loin. Ils sont parfois recouverts de cristaux limpides de barytine. Des rognons lithoïdes, aplatis, de sidérite se trouvent dans les calcaires argileux accompagnant le minerai exploité : ils renferment 55 °/₀ de Fe CO^3, 5.75 de Mn CO^3 (*A. M.* V. 328. 1820).

De très jolis rhomboèdres du même minéral accompagnent des cristaux de quartz dans les cavités de l'hématite de Saint-Priest.

Bourgogne. — *Yonne*. Des rognons de sidérite, associés à de la pyrite et de la galène, ont été trouvés à Étaules, près l'église Saint-Valentin (Avallon), dans le calcaire à gryphées.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements toarciens de limonite oolithique renferment en profondeur de la sidérite, qui y devient peut-être le minerai ferrugineux normal.

Crétacé.

Flandre. — *Nord*. Gisements importants dans l'aachénien de Don-Sainghin sur la haute Deule.

Pas-de-Calais. Des rognons de sidérite ont été exploités dans les falaises du grès vert des environs de Boulogne.

Normandie. — *Seine-Inférieure* et *Oise*. Un intéressant minerai de fer se trouve dans une zone perméable ou sableuse du milieu de l'hauterivien du Pays de Bray, dans le département de la *Seine-Inférieure* et dans la partie contiguë de celui de l'*Oise*. M. de Mercey a montré (*B. S. G.* XXVIII. 793. 1900) qu'au-dessous du niveau hydrostatique, ce minerai est formé par de la sidérite (en rognons compacts ou globulaires), alors qu'au-dessus, cette sidérite est entièrement transformée en limonite siliceuse. La sidérite de ces gisements [Blacourt, La Chapelle-aux-Pots, Saint-Germain-la-Poterie (*Oise*), Serqueux (*Seine-Inférieure*)], est compacte et plus rarement oolithique; elle renferme parfois de la glauconie (Blacourt) et des fossiles (*Astarte numismalis* d'Orb.) (Serqueux).

Aquitaine. — *Charente-Inférieure*. Nodules de sidérite compacte dans les argiles gypsifères cénomaniennes de Piédemont.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* Les argiles à silex du Mâconnais (La Grisière en Flacé-lès-Mâcon) renferment des nodules d'hématite ou de limonite résultant de la décomposition de sidérite, ainsi qu'en témoignent des géodes de rhomboèdres *p* que l'on y rencontre parfois.

Yonne. Les argiles vertes, très plastiques, de la région d'Auxerre renferment parfois (Pourrain, etc.) des bancs de sidérite lithoïde, compacte, d'un gris clair, qui est utilisée concurremment avec les argiles limoniteuses pour la fabrication des ocres (voir page 389).

c) *Dans les formations tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine.* La sidérite est assez abondante dans l'argile plastique sparnacienne du bassin de Paris (Issy, Vanves, Ivry, Auteuil, etc.). Elle s'y présente, soit en masses cristallines, soit en petits globules, qui ont été souvent décrits comme des oolites. J'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum*, IX. 272. 1897), que ces prétendues oolites sont constituées par la réunion de petits rhomboèdres aplatis et basés de sidérite, souvent groupés autour d'un cristal de pyrite (fig. 10). Le minéral est un produit secondaire de la décomposition de ce sulfure de fer. Il est facile, par lévigation, d'isoler les grains de sidérite. Par altération, ils se transforment en globules, à écailles concentriques, de limonite ou d'hématite, qui sont très fréquemment creux (fig. 33, page 283).



Fig. 10.
Sidérite dans argile plastique d'Issy (*Seine*).

d) *Époque actuelle.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* On a vu page 396 que dans certaines tourbières, il se forme encore actuellement de la sidérite, soit cristalline,

soit colloïde ; dans les échantillons des tourbières de Hollande, qu'a bien voulu me communiquer M. van Bemmelen, la sidérite forme une trame de petites cloisons, à structure fibreuse et à surface mamelonnée.

C'est probablement à un mécanisme analogue qu'est due la production de nodules de sidérite, trouvés par M. Baret (*op. cit.*, 1898, 69), sur les bords de la Loire, dans les argiles de la Ville-au-Vay, près le Pellerin. Ils sont très cristallins, grisâtres, creusés de cavités miarolitiques. Ils sont très altérables en limonite.

e) *Age indéterminé.*

Plateau central. — *Aveyron.* La collection du Muséum doit à M. Arsandaux de gros nodules de sphérosidérite, d'une structure exceptionnellement cristalline ; ils proviennent de Saint-Côme-sur-le-Lot. Ils sont constitués par la réunion de sphérolites d'un brun jaune clair, à structure régulièrement fibreuse, ayant de 2 à 3 millimètres de diamètre. Je n'ai pu savoir de quel genre de gisement proviennent ces intéressants échantillons.

DIALOGITE

(Rhodochrosite).

$MnCO^3$

Rhomboédrique $pp = 107°$.

Angle plan de $p = 103°4'30''$.

[$a : c = 0,81840$ (Sansoni)].

Macles. J'ai constaté, à l'aide des propriétés optiques, l'existence de la macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, offrant les mêmes caractères que dans la calcite.

Formes observées. p $(10\bar{1}1)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$.

Faciès. La dialogite se rencontre plus rarement en cristaux distincts [rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$] que les autres carbonates ; le plus souvent, elle constitue des masses clivables laminaires, grenues, des masses compactes ou massives. Elle prend aussi des formes concrétionnées.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits. Cassure inégale.

Dureté. 3,5 à 4,5. Fragile.

Densité. 3,45 à 3,60, 3,57 à 3,61 (Vielle Aure).

Coloration et éclat. Rouge brun de diverses nuances. Rouge foncé, gris rosé foncé, brun, quelquefois presque blanche. Poussière blanche. Éclat vitreux passant à l'éclat nacré. Rarement transparente ; translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et négative ($\mathbf{n}_p$). La biréfringence est très grande, comme dans les autres carbonates rhomboédriques.

$$\mathbf{n}_p = 1{,}53732 \text{ (Ortloff) D.}$$

Composition chimique. La formule $MnCO^3$ correspond à la composition *a*). Quelques variétés renferment une quantité, parfois considérable, de protoxyde de fer, de chaux ou de petites quantités de magnésie, d'oxyde de zinc.

b) Analyse de la dialogite de Vielle Aure par Grüner (*A. M.* XVIII, 69. 1850).

	a)	*b*)
CO^2......	38,3	38,27
MnO.....	61,7	59,96
FeO......	»	0,43
CaO......	»	0,56
MgO.....	»	0,38
	100,0	99,60

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, devient d'un gris brun, puis noire, sans fondre. Avec le sel de phosphore et le borax, au feu réducteur, donne une perle incolore, qui devient d'un violet améthyste au feu oxydant. Fondue sur une lame de platine avec du carbonate de soude, donne une masse colorée en vert par du manganate de sodium. Soluble dans les acides à chaud.

Altérations. Par exposition à l'air, la dialogite de couleur rose pâlit, puis brunit, et enfin se transforme en manganite, puis en pyrolusite. Les tas de dialogite, extraits des mines de la vallée du Louron et exposés pendant quelques années à l'air, sont devenus entièrement noirs, la belle couleur rose apparaît, quand on brise des blocs.

Diagnostic. Réaction du manganèse. Voir page 416.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dialogite se trouve d'ordinaire dans des filons métallifères[1], avec divers minéraux d'argent, de plomb, de cuivre et surtout de manganèse : les deux gisements qui vont être décrits sont probablement des gîtes de substitution.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La dialogite est très abondante dans les concessions de Germ, de Loudervielle et de la Serre d'Azet, où l'on a exploité tout d'abord de la manganite et de la pyrolusite, produites par l'oxydation superficielle de couches calcaires imprégnées de divers minéraux manganésifères (voir tome I, pp. 304 et 632).

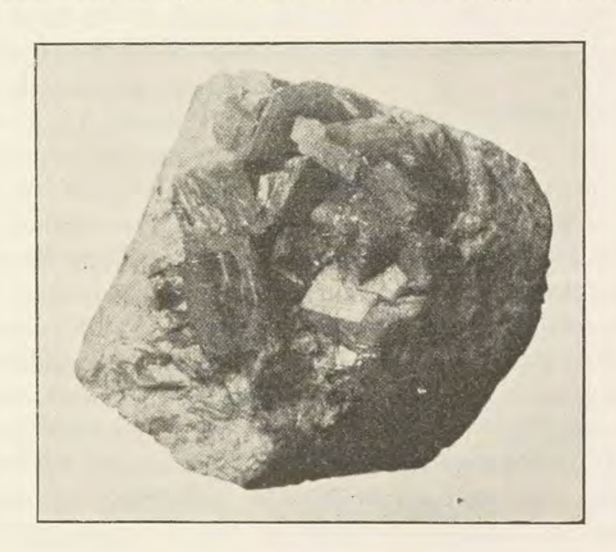


Fig. 1.
Géode de rhomboèdres de dialogite de Vielle Aure.
(*Photographie un peu réduite.*)

La dialogite peut être surtout étudiée dans la montagne de Serre d'Azet, soit sur le versant de la vallée de la Neste de Louron (mine de Nabias en Adervielle), soit sur celui de la Neste d'Aure, près du village de Vielle Aure et d'Azet. Elle y forme le plus généralement des masses compactes ou grenues, provenant de la transformation de

1. Pour les minéraux du *Puy-de-Dôme* décrits par M. Gonnard (*op. cit.* 112) sous le nom de *dialogite*, voir p. 660 et 663.

calcaires par des sources manganésiennes. Elle est mélangée de friedélite, de rhodonite, de téphroïte, de grenats (spessartite et grossulaire). Elle constitue aussi, au milieu de la roche compacte, des veines dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plus d'un décimètre. Ces veines spathiques sont d'un beau rose clair et renferment quelquefois des cavités tapissées de cristaux nets [p ($10\bar{1}1$)] de dialogite. Elles contiennent aussi de grosses masses clivables d'*alabandite*, plus rarement des lamelles d'*hübnérite* rouge, des cristaux nets de *friedélite* et enfin de *téphroïte* brune, que j'y ai découverte en 1898.

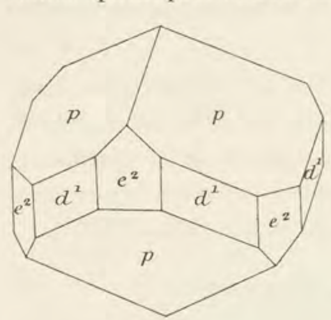


Fig. 2.
Dialogite de Vielle-Aure.

Dans les mines de Vielle Aure, on a trouvé autrefois de magnifiques cristaux de dialogite (fig. 1), présentant une teinte un peu lilas (analyse *b*). Les cristaux que j'ai examinés présentent le rhomboèdre p ($10\bar{1}1$) dominant, avec en outre parfois e^2 ($10\bar{1}0$) et d^1 ($11\bar{2}0$) (fig. 2). Ce sont, avec ceux du Comté d'Alicante (Colorado), les plus gros cristaux de dialogite que j'ai eu l'occasion de voir, ils mesurent en effet très souvent 2 centimètres suivant une arête horizontale.

M. Lienau a décrit (*Chem. Zeit.*, XXIII. 418. 1899) deux minerais, fréquents dans les mines de Vielle Aure et il les a considérés comme des espèces définies. L'un d'eux, qu'il a appelé *viellaurite*, est d'un gris noir (densité 3,77), il est compact : sa composition (CO^2 21,09 ; SiO^2 11,93 ; MnO 63,01 ; FeO 1,56 ; MgO 0,77 ; CaO 1,06 ; S 0,55 = 99,97) est représentée par la formule $5MnCO^3$, $2Mn^2SiO^4$, et correspond à 51,05 p. 100 de dialogite et 48,95 p. 100 de téphroïte. L'examen microscopique que j'ai fait (*Bull. Muséum*, 1899, 258) d'un échantillon communiqué par M. Lienau, m'a permis de constater que ce minerai ne constitue pas un minéral défini, mais une roche de téphroïte et de dialogite ; il existe en outre un peu d'alabandite.

Le second minerai, appelé *torrensite* (densité 3,62) par M. Lienau, a une composition différente, représentée par la formule $MnCO^3$, Mn SiO^3, 1/2 H^2O, qui correspond à 45,03 de dialogite et 51,44 p. 100 de rhodonite. [CO^2 19,44 ; SiO^2 15,12 ; MnO 48,48 ; FeO 1,11 ; MgO 1,42 ; CaO 7,85 ; Al^2O^3 3,52 ; H^2O 3,22 = 100,06]. Les conclusions de l'étude optique sont les mêmes que pour le produit précédent : il n'y

a pas là d'espèce minérale définie, mais un mélange de dialogite et de rhodonite ; la petite quantité d'eau est due à des produits hydratés d'altération de la rhodonite, qui donnent à la roche sa coloration sépia clair.

Dans un travail postérieur (*Chem. Zeit.*, XXIII, 1903), le même auteur a décrit sous le nom de *lacroisite* un minerai analogue à la viellaurite, mais d'un gris clair, qui n'est qu'un mélange de 81 p. 100 de dialogite et de 89 p. 100 de rhodonite (CO^2 33,74 ; SiO^2 9,65 ; MnO 44,57 ; FeO 1,21 ; CaO 8,00 ; MgO 3,19 = 100,36). Il a d'autre part appelé *schokoladendstein* un minerai brun chocolat, attaquable par les acides en faisant gelée et en donnant un dégagement de chlore et d'anhydride carbonique, il lui attribue la composition 5 Mn^2SiO^4, 3 Mn^2MnO^4, 2 $MnCO^2$, H^2O (CO^2 5,55 ; SiO^2 14,85 ; MnO 54,42 ; FeO 2,86, CaO 5,59 ; MgO 2,11 ; MnO^2 13,46 ; H^2O 0,93). Ce mélange de dialogite et de téphroite en voie d'oxydation provient de Vielle Aure et de las Cabesses [1].

M. Caralp m'a communiqué un échantillon de dialogite compacte, identique à celui qui constitue le minerai moyen de las Cabesses décrit plus loin : il vient de Bergouz, dans la vallée de Luz.

Ariège. Le gisement de dialogite le plus important, qui existe en France, est celui exploité à las Cabesses près Riverenert, à l'est de Saint-Girons. Il est presqu'exclusivement constitué par ce minéral. Le gîte consiste en un stockwerk de filons de dialogite, résultant de l'imprégnation et de la substitution irrégulière de calcaires griottes dévoniens très fissurés. Le minerai est parfois un peu aurifère (de Launay).

La dialogite de las Cabesses est compacte, d'un gris rosâtre, mais elle est traversée par des veines de dialogite à grandes lames, d'un beau rose avec géodes de rhomboèdres. J'ai observé dans les fentes de la dialogite compacte quelques cristaux transparents brillants, consistant en un scalénoèdre très aigu, rappelant les formes de calcite de Framont, et de plusieurs autres scalénoèdres moins développés. Je n'ai pu en isoler de cristaux mesurables. Plus rarement, la dialogite forme des masses mamelonnées à structure fibreuse, translucide, analogues à celles du Nassau. Aux affleurements, elle est plus ou moins oxydée, mélangée de nids de manganite (pyrolusite) ou même complètement transformée en ce minéral.

1. Enfin M. Lienau a désigné sous le nom de *huelvite* un mélange de dialogite et de téphroite (2 $MnCO^3$, 3 Mn^2SiO^4), provenant des environs de Huelva, qui n'a pas été trouvé dans les Pyrénées.

SMITHSONITE

$ZnCO^3$

Rhomboédrique $pp = 107°40'$.

Angle plan de $p = 103°27'48''$
[$a : c = 1 : 0,80633$ Wollaston].

Formes observées. a^1 (0001) ; p ($10\bar{1}1$), e^1 ($02\bar{2}1$) ; d^2 ($21\bar{3}1$).

$a^1 p$	137° 3′	*pp	107°40′	d^2d^2 s. e^1	105°19′
$p\ e^1$	104°43′	dd^2	150°41′	d^2d^2 s. e^4	144°42′

Faciès des cristaux. Les cristaux de smithsonite sont presque toujours de petite taille et généralement constitués par p ($10\bar{1}1$), souvent arrondis et non mesurables.

D'ordinaire, le minéral est concrétionné ; il forme des masses stalactiformes, réniformes, botroydales, grenues ou compactes, très résistantes ou au contraire friables. Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages p ($10\bar{1}1$) parfaits. Cassure inégale à conchoïdale.

Dureté. 5.

Densité. 4,30 à 4,45.

Coloration et éclat. La smithsonite pure est incolore ou blanche, mais elle prend les couleurs les plus variées et les plus vives sous l'influence d'une petite quantité de fer (gris, jaune, rouge, brun) ou de cuivre (vert, bleu) ou d'inclusions (jaune d'or) de greenockite.

Propriétés optiques. Uniaxe *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_p = 1.6177 \text{ (Ortloff.)}.$$

Inclusions. Les divers pigments (greenockite, limonite, hématite, etc.), qui colorent certaines variétés de smithsonite sont amorphes et distribués sans ordre régulier.

Composition chimique. La formule $ZnCO^3$ correspond à la composition *a* ; il existe souvent du fer, du manganèse, du calcium, du magnésium, du cuivre, parfois des traces d'indium ; le cadmium paraît surtout exister sous forme de *greenockite*. Les variétés très ferrifères (au-dessus de 20 °/₀ de FeO) sont désignées sous le nom de *monheimite* ou de *kapnite* ; la *herrérite* est une variété cuprifère d'un vert pomme.

Analyse *b* de la smithsonite de Chessy par M. Arsandaux.

	a	*b*
CO^2.......	35,2	35,2
ZnO.......	64,8	58,7
FeO.......	»	0,4
MnO......	»	2,5
CuO.......	»	1,6
insol......	»	1,0
	100,0	99,4

Essais pyrognostiques. La smithsonite perd dans le tube son anhydride carbonique ; si elle ne contient pas d'oxyde autre que celui de zinc, elle se transforme en une masse, jaune à chaud, blanche à froid (ZnO) ; dans le cas contraire, elle rougit ou noircit. Infusible au chalumeau. Chauffée avec la solution d'azotate de cobalt (feu oxydant), elle donne une masse verte à froid, si elle est pauvre en fer. Sur le charbon, avec la soude, elle donne les réactions du zinc et quelquefois du cadmium.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec effervescence.

Diagnostic. La smithsonite se distingue des autres carbonates par sa densité et ses propriétés pyrognostiques (zinc) (voir page 416).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La smithsonite se rencontre exclusivement dans des gîtes métallifères. Dans les filons concrétionnés proprement dits, elle ne constitue qu'un accident minéralogique sans importance économique, résultant de la décomposition sur place de la blende ; dans les gîtes de substitution au contraire, elle forme le minerai principal exploité, alors que les sulfures (blende et galène) ne constituent souvent qu'un accessoire.

1° *Dans les gîtes de substitution.*

Les gîtes, dont il est question ici, se trouvent toujours dans les calcaires, ils y constituent des filons, des poches, des amas souvent considérables et il n'est pas douteux qu'ils ne proviennent d'une substitution de la calcite. La question théorique qui se pose est de savoir si cette substitution s'est effectuée au moment de la formation du gîte ou au contraire si elle est d'origine secondaire, le minerai primordial étant la blende, postérieurement oxydée par les eaux de la surface, qui auraient ainsi rendu possible sa décomposition et sa réaction sur les parois carbonatées. Cette dernière opinion paraît vraisemblable

dans bien des cas, car on voit généralement en profondeur la blende se substituer progressivement à la smithsonite, sans que la nature des gangues change.

Quoi qu'il en soit de cette question théorique, dans les gîtes de ce genre, on rencontre fréquemment des pseudomorphoses de cristaux de calcite en smithsonite et du gypse, qui est un des témoins des réactione chimiques, ayant donné naissance à la smithsonite. Celle-ci est sous vent accompagnée d'*hydrozincite* concrétionnée, qui se forme à ses dépens dans les fentes et souvent encore dans les galeries de mine.

Dans tous ces gisements, la smithsonite constitue des masses compactes ou terreuses, plus ou moins ferrifères, dont les nombreuses cavités sont revêtues d'un enduit fibreux de smithsonite pure. Quelquefois on y observe de beaux échantillons mamelonnés ou stalactiformes tout à fait semblables, comme structure, à ceux de la calcite. Ce n'est que très exceptionnellement dans les gisements étudiés plus loin, que la smithsonite se présente en cristaux distincts, uniquement formés par des rhomboèdres *p*. La smithsonite est associée à de la calcite, parfois à de la calamine : le minerai compact constitue de véritables roches, dans lesquelles ces divers minéraux sont fréquemment mélangés ; il est souvent coloré en jaune par de la limonite.

Les cavités renferment parfois de la calamine cristallisée (en moyenne peu abondante dans les gisements français, plus fréquente dans certaines mines algériennes et tunisiennes), des cristaux de cérusite, d'anglésite, de barytine, etc.

a) *Dans les gîtes essentiellement zincifères.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* A Can Pey, près Arles-sur-Tech, M. Carrière a exploré dans les calcaires cambriens, un amas de blende passant à la galène en profondeur et transformé à la surface en smithsonite avec calamine ; il existe un peu de mimétite. Certaines fissures, au lieu d'être minéralisées, renferment du sable et de la *pilolite*.

L'aurichalcite, décrite plus loin, a été trouvée dans des filons distincts.

Cévennes. — *Gard.* Les grands gisements exploités en France se trouvent dans le Gard. La smithsonite, généralement ferrifère, existe dans tous les gisements zincifères des environs d'Alais (Clairac, Clarpon près Bessèges) surtout constitués par de la blende ; elle est cependant assez abondante dans quelques-uns d'entre eux pour avoir pu

être exploitée à Cendras, à Landas (à l'Ouest de Sainte-Croix-de-Fauri), près de Saint-Félix-de-Pallières (amas et filons avec galène, pyrite et blende).

Mais les gisements les plus importants se trouvent à la limite de l'*Hérault*, aux environs de Saint-Laurent-du-Minier; le principal, celui des Malines, très activement exploité actuellement, est constitué par une série d'amas (smithsonite avec calamine, hydrozincite, blende et galène) dans les calcaires dolomitiques oolithiques ; il existe aussi un filon (barytine, galène, blende et pyrite), traversant à la fois les cipolins et les calcaires jurassiques qui les recouvrent. Les gisements voisins des Avinières et du Mas Rigal se trouvent dans le lias.

A signaler encore les gisements du Mas de Beaugis, d'Arrigas, des environs de Coste Durfort. Tous ont fourni, en outre du minerai commun plus ou moins ferrifère, de petits rhomboèdres nets et des stalactites parfois très belles de smithsonite fibreuse de diverses couleurs, grises, blanches, bleu de ciel (Arrigas).

Lot. Combecave,

Aveyron. Saint-Jean-du-Bruel, près Nant (smithsonite concrétionnée caverneuse avec hydrozincite), La Croizille près Najac (dans l'infra lias).

Lozère. Des gîtes de smithsonite concrétionnée (avec quelques rhomboèdres distincts dans les cavités) se trouvent au milieu des calcaires hettangiens à la Combe de Cubières, à Bourbon, au Crouzet et à Pomaret (Bresson, *Bull. industr. minér. Saint-Etienne*. III. 1904. 677), ils renferment des nodules de galène, de blende, à gangue de barytine.

Poitou. — *Vienne*. De petites masses caverneuses et concrétionnées de smithsonite (43 0/0. $ZnCO^3$) ont été trouvées jadis dans les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers contenant des mouches de galène (Berthier. *A.M.* III. 390. 1818).

Jura. — *Jura*. M. Bourgeat a trouvé (*B.S.G.*I. 1901) dans les fentes du calcaire jurassique inférieur de la Combe-des-Prés, au nord de Saint-Claude, des rognons de smithsonite jaune, disséminés avec nodules de pyrite et de limonite dans une argile rougeâtre.

Diois. — *Drôme*. De la smithsonite concrétionnée, mélangée à de la blende et à de la galène, constitue le gîte, à allure filonienne, de Menglon, sur la montagne de Piémont, en face Châtillon-en-Diois. Ce gisement se trouve dans des calcaires oxfordiens. Des gisements analogues se rencontrent dans d'autres parties du Diois et en particulier à Brette.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le gisement de Saint-Cierge est analogue à celui de Menglon.

Algérie. — De nombreux gîtes zincifères de smithsonite se trouvent dans les calcaires secondaires de l'Algérie, incrustant les parois de cassures. La smithsonite s'y présente presque uniformément sous forme de masses concrétionnées, plus ou moins ferrugineuses, renfermant fréquemment des cavités de toute taille, dont les parois sont recouvertes de smithsonite mamelonnée fibreuse ; il existe au milieu de cette smithsonite, des amas de blende, de galène, avec leurs produits d'altération (cérusite, etc.), plus rarement de la barytine, du quartz, etc.

On trouvera dans la notice publiée par le Service des mines d'Algérie, à l'occasion de l'exposition de 1900, une longue liste de gisements.

Voici quelques-uns de ceux dont j'ai examiné des échantillons.

Oran. Les principaux gîtes se trouvent aux environs de Nemours, dans le calcaire jurassique, à Fillaoucen et au Djebel Masser (avec galène et cérusite) et au voisinage de Lalla Marnia à Mâzis (surfaces concrétionnées fibreuses d'un blanc de lait). J'ai observé parmi des échantillons venant de Fillaoucen des géodes de smithsonite concrétionnée, colorée en jaune par de la greenockite et semblable à celle du Laurion.

Alger. Le massif de l'Ouarsenis, à 42 kilomètres S. (39° E. d'Orléansville) renferme dans le lias de nombreux gîtes [Le Grand Pic (gite Bir Chitane), crête Sidi Abd-el-Kader (gîte de Friha ou Amann), piton de Rokbat-el-Atba, Djebel Belkh'aïret], surtout exploités pour l'extraction de la smithsonite. Celle-ci constitue des masses caverneuses jaunes, dont les cavités sont quelquefois tapissées de rhomboèdres p très petits, mais fort nets du même minéral; ils sont recouverts de gros cristaux de calamine blanche, décrits par M. Gentil (*B.S.M.* XVIII. 399. 1895), qui seront étudiés dans mon premier supplément. Il existe aussi dans cette mine des stalactites de smithsonite concrétionnée, à structure fibreuse, vertes, translucides, qui rappellent celles du Laurion ; leurs fibres se terminent parfois par des faces p courbes.

Il y a lieu de signaler, aux environs de l'Arba, les gisements de Dra-Amine (avec blende et galène), de Tersent (avec galène et panabase), de R'arbou (avec galène) et de Sakamody (avec blende et galène) ; aux environs de Palestro, la mine de Guerrouma (avec blende, galène, cérusite), etc.

Constantine. C'est surtout dans cette province qu'abondent les gisements calaminaires ; voici les principaux :

A l'Est de Bougie, dans le lias (Sidi Djaber et Djebel Tamedret), dans l'éocène (Beni-Seghoual), à l'ouest de Sétif : Kef Semmah (ou Djebel Guergour), petits cristaux à faces courbes (probablement d^2 (21$\bar{3}$1), e^1 (02$\bar{2}$1) et Djebel Anini (dans le crétacé supérieur) : masses mamelonnées et fibreuses vertes, rappelant les plus belles variétés du Laurion ; au Sud Ouest de Sétif (dans l'urgo-aptien), Djebel Zdim (smithsonite et hydrozincite concrétionnée, alternant en lits de quelques millimètres avec calcite ; au Sud-Est de Sétif (dans l'urgo-aptien), Djebel Yousef, belle smithsonite concrétionnée : Bou-Thaleb, dans le jurassique inférieur (smithsonite, beaucoup d'hydrozincite et de willémite, mimétite). Au Sud de Jemmapes (dans le ligurien), Djebel Sayefa (smithsonite avec blende et cinabre).

Dans la région de Batna, Tarerbit (dans le jurassique), Djendli (dans l'aptien), etc. ; au Nord d'Aïn-Beïda (Aïn-Arko dans le jurassique) ; dans la région de Guelma, Bou Zitoun (dans l'urgo-aptien avec stibine), Hamman N'baïls (associée à la nadorite).

De nombreux gisements se trouvent dans le crétacé supérieur de la région de Souk-Akras, Mesloula, etc.

Au Nord de Tébessa, Aïn Chaouch (dans le cénomanien), smithsonite et belle blende blonde, avec galène et cinabre, Kef Rekma près Clairfontaine (belle smithsonite parfois colorée en jaune par greenockite) ; au Sud de Tébessa, Beccaria (dans le sénonien), Bou Chérite, Djebel Bou Rouman, etc.

Flajolot a signalé (*A. M.* XX. 30, 1871) à Aïn-Safra, une variété de smithsonite schistoïde, d'un blanc grisâtre, véritable roche ressemblant à un calcaire, ayant la composition suivante ; $ZnCO^3 = 43,08$; $FeCO^3 = 28,50$; $MnCO^3 = 5,10$; $CaCO^3 = 2,05$; $MgCO^3 = 2,10$; argile $= 6,7$; $H^2O = 2,20 = 100$.

Tunisie. — Il existe en Tunisie un certain nombre de gisements calaminaires analogues à ceux de la province de Constantine. J'ai eu surtout l'occasion d'étudier une riche série de smithsonite concrétionnée fibreuse et stalactiforme provenant de la mine de Kanguet-Kef-Tout, à 28 kilomètres au nord de Béja : les stalactites, parfois vertes et translucides, rappellent les plus beaux échantillons du Laurion. Il faut encore citer dans la même région : le Djebel Ben-Amar, Sidi Ahmed, le Djebel Gheriffa, El Grefa, Béchateur, etc.

Au Sud de Tunis, Zaghouan et surtout le Djebel Ressas; la smithsonite y constitue des masses fibrobacillaires, parfois associées à de la calamine fibreuse et, comme elle, colorée en jaune par de la greenockite. Cette smithsonite est accompagnée de beaucoup d'hydrozincite et de magnifiques cristaux de cérusite, de leadhillite, elle forme parfois des groupes polysynthétiques de gros rhomboèdres aigus (e^1).

A citer encore Sidi-Youssef; Djebel-el-Akhouat (au sud de Tebour-souk) Tourien ; Djebba ; puis, à l'Est de Tebessa, la Djebel-Bou-Djaber (smithsonite concrétionnée, hydrozincite, blende, cérusite) ; Djebel Zrissa ; Djebel Guera Alfaya (masse concrétionnée colorée par greenockite) près de Kef (avec hématite manganésifère et minerais de cuivre); Djebel Azered près Thala.

Tonkin. — Il existe un certain nombre de gisements calaminaires, jadis exploités par les Chinois; ce sont des amas de blende et de galène accompagnés de smithsonite au milieu de calcaires. Je dois en particulier à M. Dupouy de beaux échantillons de smithsonite concrétionnée fibreuse, blanche ou jaune, mamelonnée provenant de Lang-Hit, entre Thaï-Nguyen et Cho-Moi, au voisinage de Song-Cau (avec jolis cristaux de cérusite) et de Trang-Da, dans la province de Tuyen-Quang. Ce gisement renferme quelques rhomboèdres nets et arrondis de smithsonite avec de jolis cristaux de calamine (voir Dupouy. *Minéraux et minerais du Tonkin*, 1909, 76).

Congo. — Je dois à MM. Lucas et de Romeu des échantillons de smithsonite concrétionnée géodique, provenant de Yanga-Koubantza, entre Mindouli et M'Bongo Songho; dans leurs géodes, il existe de petits rhomboèdres basés, non mesurables, des cristaux de calamine, des houppes d'aurichalcite.

b) *Dans les gîtes cuprifères.*

Plateau central. — *Rhône*. La smithsonite a été jadis trouvée à Chessy (voir à *chessylite*) et c'est de ce gisement que proviennent les plus beaux cristaux de ce minéral que j'aie vus. Les échantillons, qui n'existent guère que dans les vieilles collections, consistent en groupes de rhomboèdres, toujours polysynthétiques, atteignant 1 cm. suivant une diagonale horizontale de p (fig. 1). Leur couleur varie du vert vif au vert poireau foncé. Ils ont été trouvés dans les fentes d'un grès ferrugineux ou dans les bancs de dolomie. Leur coloration est due à leur

teneur en cuivre (analyse *b*), qui les rapproche de la *herrérite* du Mexique; ils supportent parfois des cristaux de chessylite. Ils sont fréquemment implantés sur des agrégats de très petits rhomboèdres.

J'ai observé aussi des cristaux plus petits; ce sont des rhomboèdres à faces courbes, d'un vert poireau ou d'un bleu de ciel, plus rarement



Fig. 1.
Smithsonite cuprifère en rhomboèdres primitifs sur dolomie. Chessy.
(*Grandeur naturelle.*)

blancs, opaques, à éclat nacré; ils forment parfois sur leur gangue des revêtements continus et sont çà et là associés à des globules mamelonnés de malachite ou recouverts de quelques cristaux de chessylite.

Drian a signalé aussi des scalénoèdres courbes, que je n'ai pas personnellement observés (*Minér. environs de Lyon*, 1849.518).

2° *Dans les filons concrétionnés.*

Dans les filons concrétionnés proprement dits, renfermant de la blende (tome II, p. 526), de la smithsonite s'est souvent produite aux dépens de celle-ci au voisinage de la surface; elle est concrétionnée, d'ordinaire peu abondante et sans grand intérêt minéralogique. Je citerai seulement quelques gisements pour exemple.

Normandie. — *Manche*. Pierreville (concrétions mamelonnées sur galène).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Châtelaudren.

Finistère. J'ai trouvé dans plusieurs vieilles collections des concrétions brunes de smithsonite, provenant de Huelgoat et inexactement dénommées *voltzite*.

Charente. Concrétions sur la galène d'Alloue.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Anglas et Mine d'Ar, près les Eaux-Bonnes (belles masses concrétionnées).

Hautes-Pyrénées. Pierrefitte.

Ariège. Les Argentières et Laquorre près Aulus, Sentein.

[*Val d'Aran*]. La mine de Liat, très rapprochée de celle de Sentein, mais sur le versant espagnol, fournit de jolis échantillons de smithsonite blanche, concrétionnée, parfois associée à de l'hydrozincite dans une gangue ferrugineuse.

Cévennes. — *Gard*. Saint-Sauveur-des-Pourcils, Carnoulès en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille (petits mamelons translucides recouverts de calcite dans mélange de galène et de blende mielleuse.

Plateau Central. — *Tarn*. Peyrebrune près Réalmont.

A la Combe Guichard, près Prunières, les masses caverneuses qu'imprègne le cinabre pulvérulent sont constituées par de la smithsonite.

Isère. — A la Poype, près de Vienne, la smithsonite concrétionnée épigénise la blende et forme des croûtes mamelonnées, des petit globules translucides sur le quartz : elle a été analysée par Bineau (*Ann. soc. agric. Lyon*, XI, 720. 1848).

Alpes. — *Isère*. Laffrey et surtout La Peyreire (en incrustations sur les beaux cristaux de blende), Prunières et Saint-Arey près Lamure (avec blende, galène, bournonite et panabase).

GROUPE PARAHÉMIÉDRIQUE

DOLOMITE

$Ca\ Mg(CO^3)^2$

Rhomboédrique ; parahémiédrique : $pp = 106°15'$

Angle plan de $p = 102°37'46''$

[$a : c = 1 : 0.83224$. (Wollaston)]

Formes observées. a^1 (0001) ; d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$; p $(10\bar{1}1)$, e^8 $(30\bar{3}2)$ e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{16}.1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$;

$1/2\ d^2$ [π $(21\bar{3}1)$], $1/2\ d^{3/2}$ [π $(32\bar{5}1)$], $1/2\ d^{10/7}$ [π $(10.7.\bar{17}.31)$], $1/2\ d^{11/8}$ [π $(11.8.\bar{19}.31)$] ;

$1/2\ \alpha = (d^{1/5}\, d^1\, b^{1/3})$ [π $(44\bar{8}9)$], $1/2\ \delta = (d^{1/10}\, d^1\, b^{1/8})$ [π $(33\bar{6}1)$] ; $1/2$ ☾ $= (d^{1/3}\, d^{1/11}\, b^{1/9})$ [π $(8.12.\bar{20}.5)$].

Macles. Les macles connues dans la dolomite sont au nombre de celles qui existent dans la calcite, mais la macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ n'y a pas encore été observée.

1° Macle par rotation autour de l'axe ternaire, pouvant se produire par accolement suivant a^1 (0001) (fig. 3 et 7) ou suivant e^2 $(10\bar{1}0)$ (fig. 5).

2° Macle suivant d^1 $(11\bar{2}0)$, se produisant par pénétration, accolement ou interpénétration (fig. 13 et 14).

3° Macle suivant p $(10\bar{1}1)$.

4° Enfin macle polysynthétique suivant e^1 $(02\bar{2}1)$, se rencontrant avec quelque fréquence dans les dolomies [1] métamorphiques : elle se distingue bien sur un clivage rhomboédrique par ce fait que ses stries sont

1. J'emploie le mot de *dolomite* pour désigner le minéral décrit ci-dessus, réservant le nom de *dolomie* à la roche, constituée en totalité ou en grande partie, par la dolomite, de même que, pour le carbonate de calcium, j'ai fait usage des deux termes de *calcite* et de *calcaire*.

parallèles à la petite diagonale sur deux des faces p du rhomboèdre et à la grande diagonale sur la troisième, alors que dans la macle b^1 de la calcite on n'observe que des stries parallèles à la grande diagonale.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Sella sur des cristaux du glacier de Gebroulaz (S.), et par moi-même sur ceux de Vieillevigne (Lx.)

La valeur de l'angle pp diminue par augmentation de la teneur en fer.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1\ p$	136° 8′	136°5′ (S.)
$a^1\ e^8$	124°45′	
$p\ e^8$	168°37′	
$a^1\ e^3$	104°35′	104°35′ (S.)
$p\ e^3$	148°27′	
$a^1\ e^{11/5}$	93°43′	93°42′ (S.)
$p\ e^{11/5}$	137°35′	
$a^1\ e^2$	90°	
$a^1\ b^1$	154°20′	
pb^1	110°28′	
$a^1\ e^{1/3}$	142°27′	143° environ
$a^1\ e^1$	117°29′	117°27′ (S.)
$a^1\ e^{5/3}$	97°25′	97°27′ (S.)
$a^1\ \alpha$	114°15′	114°21′ (S.)
$a\ \delta$	101°19′	101°25′ (S.)
a^1 ☾	106°37′	106°33′ (S.)
$p\ \alpha$	159°29′	
$p\ \delta$	136°53′	
p ☾	138°20′	

	Angles calculés.	Angles mesurés
$^*pp$	106°15″	
pb^1	143°7′30″	
$p\ d^2$	150°52′	150°50′ (Lx.)
$p\ d^{3/2}$	141°48′	142° (Lx.)
$p\ d^{10/7}$	140° 7′	140°40′ (Lx.)
$p\ d^{11/8}$	138°46′	138°50′ (Lx.)
$p\ d^1$	126°52′30″	
e^8e^8	108°12′	
$e^3\ e^3$	66°7′	
$e^3\ d^1$	146°56′30″	
$e^{11/5}\ e^{11/5}$	60°25′	
$b^1\ b^1$	135°57′	
$e^{1/3}\ e^{1/3}$	116°16′	
$d^1\ e^1$	140°12′	
$e^1\ p$	129°48′	
$e^1\ e^1$	79°36′	
$d^1\ e^3$	146°57′	146°53′ (S.)
d^1 ☾ adj.	162°20′	162°13′ (S.)

Faciès des cristaux. Les cristaux de dolomite sont à rapporter à des types bien moins nombreux que ceux de calcite, mais ils sont comparables à quelques-uns de ceux de ce minéral.

Type I. Cristaux caractérisés par la prédominance du rhomboèdre primitif, qui le plus souvent existe seul : il est fréquemment associé à a^1 (0001); c'est la forme de beaucoup la plus fréquente dans la dolomite.

Type II. Cristaux dans lesquels dominent des rhomboèdres plus ou moins aigus.

Type III. Cristaux prismatiques suivant d^1 $(11\bar{2}0)$, avec a^1 (0001) et souvent aplatissement marqué suivant cette face (fig. 6).

La parahémiédrie n'est pas toujours visible ; les formes qu'elle affecte (prismes dodécagones, isoscéloèdres et scalénoèdres) étant relativement rares et manquant le plus souvent.

Mais l'étude des *figures de corrosion*, naturelles ou artificielles, permet de mettre en évidence la dissymétrie du minéral. M. Becke s'en est servi (*Tschermak's m. u. p. Mitt.*, X, 93, 1888 et XI, 224, 1889) pour analyser le sens de chacune des formes hémièdres observées. Si l'on place un rhomboèdre de dolomite, de telle façon que les figures de corrosion dissymétriques soient disposées comme dans la fig. 1, on peut convenir d'appeler *positives* les formes hémièdres, qui se trouvent à droite, et *négatives*, celles situées à gauche de la diagonale inclinée de la face p supérieure.

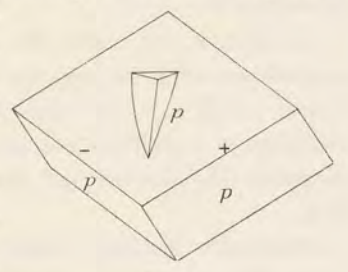


Fig. 1.
Orientation du rhomboèdre de dolomite.

Il semble, d'après la statistique faite par M. Becke, que les formes positives soient plus fréquentes que les négatives ; parmi ces formes positives, on trouve aussi bien des scalénoèdres directs que des scalénoèdres inverses. Par contre, parmi les formes négatives, on connaît surtout des scalénoèdres directs.

Un même cristal peut présenter réunies des formes hémièdres positives et d'autres négatives[1]. Peut-être ne faut-il pas attacher une importance trop grande à cette fréquence relative des formes positives ou négatives, car on ne connaît jusqu'à présent qu'un très petit nombre de localités ayant fourni des cristaux de dolomite avec formes hémièdres distinctes.

Les faces p et a^1 sont souvent unies et brillantes, mais parfois elles sont ternes. Les faces p sont fréquemment striées horizontalement ou courbes, conduisant ainsi à des cristaux en forme de selle, souvent constitués par le groupement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre d'individus ; cette structure polysynthétique conduit aussi à des groupements crétés. Certaines formes hémièdres sont parfois ternes (Vieillevigne),

1. Je pense bien me faire comprendre ; pour le scalénoèdre d^2, la forme hémièdre positive sera une face (2131) et la forme hémièdre négative correspondante sera $(3\bar{1}\bar{2}1)$. Je n'emploie pas les termes droit et gauche qui, il est vrai, feraient image, mais qui semblent devoir être réservés pour les cas d'hémiédrie non superposable.

La dolomite forme fréquemment des masses laminaires, lamelleuses, compactes ou sableuses ; celles-ci sont constituées par de très petits rhomboèdres à formes nettes.

Clivages. Clivages *p* ($10\bar{1}1$) parfaits. Cassure presque conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. La densité augmente avec la teneur en fer et en manganèse. 2,8 à 2,94 ; 2,83 (Gebroulaz), 2,84 (Durfort), 2,92 (Vieillevigne).

Coloration et éclat. Blanche, grise, blanc gris, rose, verte, brune et même noire. Éclat vitreux dans certaines variétés. Transparente à translucide.

Inclusions. La dolomite des gisements sédimentaires est souvent colorée en noir ou plus rarement en rouge, par des inclusions argileuses : celles-ci sont quelquefois distribuées suivant des zones concentriques, parallèles aux contours extérieurs du cristal ou même elles forment des dessins, qui rappellent ceux de la chiastolite (voir fig. 9 à 12).

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

La réfringence et la biréfringence augmentent avec la teneur en fer. Voici les valeurs obtenues par M. Eisenhuth (*Z. K.* XXXV. 582 1901).

a) Dolomite du Greiner : *pp* = 106° 14′. $FeCO^3$ = 1.92

b) — de Traversella : — 106° 10′. — = 10.76.

D'autre part, la mesure de la dolomite de Viellevigne a fourni les résultats *c* ; $FeCO^3$ = 6,4 (*analyse d*).

	a)	*b*)	*c*)
$\mathbf{n}_g$ =	1.6830	1.6983	1.6940
$\mathbf{n}_p$ =	1.5034	1.5133	1.5065
$\mathbf{n}_p - \mathbf{n}_g$ =	0.1796	0.1850	0.1875

Pseudopléochroïsme. — La dolomite présente parfois, comme la calcite, un pseudopléochroïsme avec maximum d'absorption suivant ng.

Composition chimique. La dolomite normale a pour formule $CaCO^3,MgCO^3$ (*a*), mais il existe d'assez nombreux types, dans lesquels le rapport des deux carbonates diffère plus ou moins de 1 : 1 ; ces variations ont lieu surtout dans les dolomites ne se présentant pas en cristaux isolés, et il est probable que dans beaucoup de cas, sinon dans tous, ces compositions anormales correspondent à des mélanges physiques de dolomite normale et de calcite, magnésienne ou non.

L'examen microscopique montre que de semblables mélanges physiques existent même dans de beaux cristaux de dolomite.

De petites quantités de fer, de manganèse et plus rarement de zinc et de cobalt peuvent remplacer une proportion équivalente de magnésium dans la formule donnée plus haut. Les variétés contenant plus de 15 °/₀ de $FeCO^3$, c'est-à-dire plus de 9,31 °/₀ de FeO, seront rapportées à l'*ankérite* ; cette division est évidemment arbitraire.

Analyses de la dolomite : *b*) du glacier de Gebroulaz (*Savoie*) par M. A. Sella (*op. cit.*, 460) ;

c) de Beynes (*Seine-et-Oise*) par Le Play (*in* E. de Beaumont, (*B. S. G.* III. 421. 1832) ;

d) d'un blanc violacé de Villefranche (*Aveyron*) par Berthier (*A. M.* III. 32. 1828).

e) de Djelfa (*Alger*) (*B. S. M.* XXIV. 433. 1901).

f) de Haiderenia (*Basses-Pyrénées*) par M. Arsandaux (*id.*).

g) de Vieillevigne (*Loire-Inférieure*) (*id.*).

h) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, [*Alsace*] par M. Ungemach (*id.* XXIX. 178.1906).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
CO^2......	47,8	47,67	46,4	44,0	46,8	47,8	46,6	49,2
CaO......	30,5	31,37	30,4	34,2	30,0	30,3	30,0	29,8
MgO......	21,7	21,23	21,4	14,7	19,6	20,8	18,7	15,0
FeO......	»	»	»	3,8	2,7	0,9	4,0	5,0
MnO......	»	»	»	1,9	0,6	0,6	0,6	»
Gangue...	»	»	1,8	»	»	»	»	»
	100,0	100,27	100,0	98,6	99,7	100,4	99,9	99,0
Densité..	»	2,83	»	»	2,889	2,872	2,920	»

M. Dürr a publié (*Die Mineralien der Markicher Erzgänge*. Strassburg, 1907.17), les analyses suivantes de minéraux de Sainte-Marie-aux-Mines, correspondant respectivement aux formes suivantes : *a*) 3 $CaCO^3$, (Mg, Fe) CO^3 ; *b*), 4 $CaCO^3$,3 (Mg, Fe) CO^3 ; *c*) 10 $CaCO^3$, 5 $MgCO^3$, $FeCO^3$ et qui sont sans doute des mélanges de calcite et de dolomite.

	a	*b*	*c*
$CaCO^3$	74,80	57,33	60,50
$MgCO^3$	21,61	37,00	30,88
$FeCO^3$	3,68	5,01	5,94
$MnCO^3$	»	»	1,94
	100.09	99.34	99.26

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la calcite, mais fondue sur la pince de platine avec le carbonate de sodium, donne une masse opaque.

Peu ou pas attaquée par l'acide chlorhydrique à froid, mais attaquée avec effervescence à chaud.

Altérations. Les variétés ferrugineuses de dolomite brunissent par exposition à l'air (*spath brunissant*, pro parte). On connaît des pseudomorphoses de dolomite en sidérite, en limonite[1], en gœthite, en hématite, en pyrolusite, en calamine, en quartz, en stéatite, etc.

Diagnostic. Voir page 416. Le peu d'attaquabilité à froid par l'acide chlorhydrique et la réaction de Lemberg (p. 438) donnent immédiatement le diagnostic d'avec la calcite : dans le cas où les deux minéraux sont associés dans une même lame mince, la réfrigence plus grande de la dolomite est très frappante, de même que l'absence de macle suivant b^1 dans ce dernier minéral ; le caractère tiré de la densité permet de distinguer le minéral de la giobertite, sans le secours d'un essai microchimique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dolomite se trouve dans des gisements très analogues à ceux de la calcite, mais elle est beaucoup moins abondante que celle-ci, qu'elle accompagne fréquemment. Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches sédimentaires ;
2° Dans les filons ;
3° Dans les roches éruptives.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Elément constitutif des dolomies et des calcaires dolomitiques.*

Les dolomies sont des roches sédimentaires, grenues ou compactes, essentiellement ou exclusivement constituées par de la dolomite[2]. Elles se trouvent dans toute la série sédimentaire, et par leur abon-

1. Voir page 611 pour des pseudomorphoses trouvées dans l'*Hérault*.

2. L'analyse suivante de la dolomite du cambrien de Montsurs (*Mayenne*) montre que cette roche est constituée presqu'exclusivement par de la dolomite CO^2 45,2 ; CaO 30, 20 ; MgO 20, 9 ; FeO 2.60 ; insol. 2.60 = 100,1.

dance caractérisent certains niveaux (dans le trias et le jurassique en particulier). La dolomite se distingue de la calcite des calcaires parce qu'elle est toujours automorphe. Ses cristaux rhomboédriques, enchevêtrés, présentent une structure, qui rappelle celle du sucre (fig. 2) ; ils laissent fréquemment entre eux des cavités miarolitiques, que peut remplir de la calcite. Quand celle-ci devient très abondante, elle forme comme une sorte de pâte, dans laquelle la dolomite, en proportion variable,

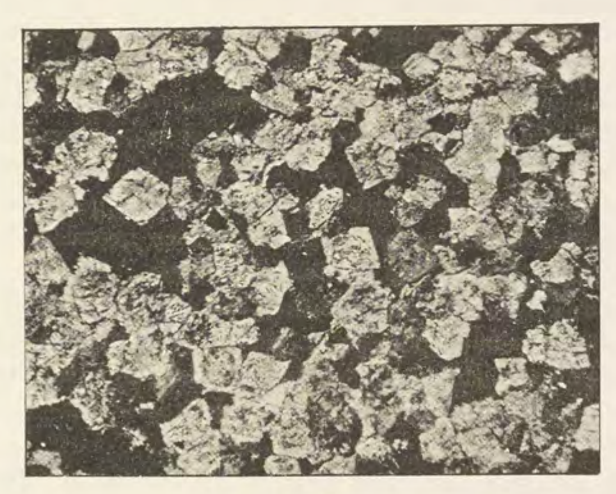


Fig. 2.
Lame mince de dolomie de Beynes (*Seine-et-Oise*).
(*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 80 diamètres.*)

prend des formes nettes ; les roches ainsi constituées sont les calcaires magnésiens ou dolomitiques. Il est facile, par une attaque à l'acide chlorhydrique étendu, d'en isoler les cristaux de dolomite.

La dolomie et les calcaires dolomitiques ont naturellement une densité plus grande que les calcaires normaux.

Le carbonate de calcium étant plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique que celui de magnésium, les calcaires dolomitiques s'appauvrissent souvent en calcite à leurs affleurements et se transforment alors en roches caverneuses, qui renferment de petits rhomboèdres à faces courbes de dolomite recristallisée ; ces roches, appelées *cargneules*, sont particulièrement abondantes dans le trias.

Dans les régions métamorphiques, la dolomie et les calcaires dolomitiques deviennent marmoréens, à la façon des calcaires, soit

sous l'action du contact de roches éruptives, soit sous l'influence d'un métamorphisme plus général. Comme les calcaires cristallins, ces roches peuvent renfermer de nombreux minéraux métamorphiques cristallisés. Dans les régions plissées, les cristaux de dolomite de ces marbres magnésiens ne montrent pas la macle b^1, si fréquente dans la calcite des marbres calcaires, mais on y observe parfois celle suivant e^1. Il y existe des associations pegmatoïdes, des groupements à axes parallèles de calcite et de dolomite.

Enfin, il me faut signaler des *sables dolomitiques*, formés uniquement par de petits rhomboèdres de dolomite, peu ou pas agrégés : tel est le cas de ceux, qui forment des masses lenticulaires dans le sénonien à *Micraster coranguinum* de l'*Aisne*, de la *Somme*, de la *Seine-et-Oise* (à Beynes notamment (*analyse c*) et celui des niveaux analogues, ayant la même origine métamorphique, que l'on rencontre dans les sables de Cuise, et dans le calcaire grossier [Pont Saint-Maxence (*Oise*)] de l'éocène du *Bassin de Paris*.

Pour en finir avec la dolomite entrant dans la constitution des roches sédimentaires, métamorphisées ou non, il y a lieu de signaler son existence, toujours en rhomboèdres p, dans certains schistes argileux, dans des phyllites, dans certains chloritoschistes et dans des talcschistes.

Je ne m'occuperai plus dans les pages qui suivent que des gisements fournissant des cristaux de dolomite.

b) *Dans les formations sédimentaires comme minéral accessoire.*

On vient de voir que dans les dolomies et dans les calcaires dolomitiques, la dolomite joue le rôle d'élément constitutif exclusif ou essentiel ; mais on la trouve aussi comme minéral accessoire dans diverses formations sédimentaires, elle s'y rencontre parfois en beaux cristaux, mais n'y joue pas de rôle pétrographique.

α) Dans les argiles gypseuses et salifères.

La dolomite est fréquente dans les argiles gypseuses et salifères, elle y constitue, soit des cristaux isolés distincts, soit des masses grenues, à individus plus ou moins gros, véritables dolomies à grands éléments, qui ne forment pas de couches continues, mais des nodules de dimensions souvent importantes.

La dolomite de ce genre de gisement est généralement très pure, souvent presque entièrement dépourvue de fer ; elle est seulement parfois colorée en noir par des inclusions argileuses.

Les gisements, qui vont être passés en revue, appartiennent au trias, avec les réserves qui ont été faites page 756 du tome II.

Pyrénées. — *Landes*. De fort jolis cristaux incolores ou violacés et transparents de dolomite se trouvent dans les argiles bariolées de la métairie de Lartigue près Saint-Pandelon ; ils ont en moyenne

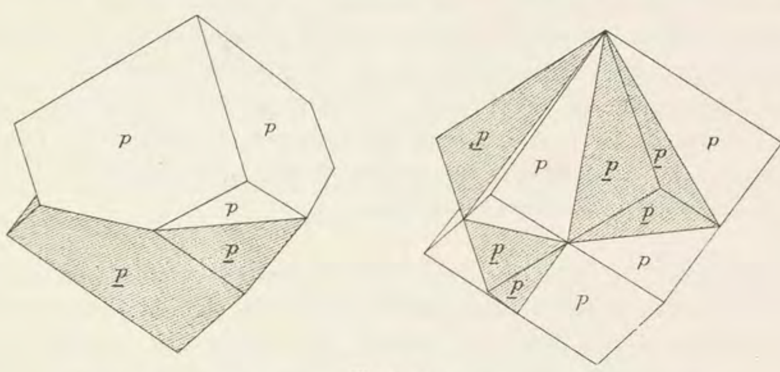


Fig. 3 et 4.
Macle suivant a^1 de la dolomite par accolement ou par interpénétration.

3 centimètres suivant une arête rhomboédrique, ils présentent seulement le rhomboèdre p, mais avec fréquentes macles suivant l'axe ternaire se produisant d'après les trois modalités connues : accolement suivant a^1 (fig. 3), interpénétration (fig. 4), enfin accolement suivant e^2 (fig. 5). Ces dernières sont particulièrement abondantes.

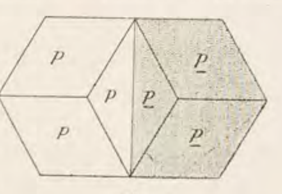


Fig. 5.
Macle suivant e^2 de deux rhomboèdres de dolomite. Saint-Pandelon.

M. Frossard a signalé (*Bull. Soc. Borda*, *Dax*, 1885) dans les marnes à aragonite de Bastennes, des masses cristallines d'une dolomite rosée ; d'après une nouvelle analyse qu'en a fait M. A. de Gramont, elle contient un peu plus de magnésie que la dolomite normale (22.7 °/₀ de MgO et 27.7 °/₀ de CaO) ; l'examen des clivages que je dois à M. de Gramont, montre que la dolomite de ce gisement doit former des cristaux très analogues à ceux de Saint-Pandelon.

Basses-Pyrénées. J'ai rencontré de très beaux rhomboèdres, incolores et parfois translucides, de dolomite dans les carrières de gypse de Haiderenia, près Cambo. Ils ont de 2 à 3 centimètres d'arête et sont englobés dans du gypse laminaire (analyse *f*).

Ariège. La dolomite abonde dans le sel gemme métamorphisé de Salies-de-Salat. Dans les carrières de gypse de Betchat, il existe des masses fragiles, constituées par l'enchevêtrement de rhomboèdres gris bleuâtres, atteignant un centimètre. A Arnave, la dolomite ne forme que de très petits rhomboèdres, englobés dans de la calcite jaunâtre ; la roche est finement sableuse et contient divers minéraux métamorphiques produits au contact d'une ophite (albite, dipyre, leuchtenbergite, etc.). Certains échantillons renferment de grandes lames de gypse laminaire, qui englobent pœcilitiquement la dolomite. J'ai aussi recueilli dans ce calcaire dolomitique un cristal (a^2) laiteux d'*analcime* ; c'est le premier cas, connu de moi, de formation de cette zéolite dans de semblables conditions.

Cévennes. — *Gard*. Je dois à M. de Brun la communication de nodules quartzeux provenant des tranchées du chemin de fer entre Alzon et Aumessas. Ils sont creusés de cavités que tapissent des cristaux de quartz, sur lesquels sont implantés des rhomboèdres selliformes de dolomite jaunâtre, ferrugineuse.

Alpes. — *Savoie*. J'ai observé de jolis cristaux de dolomite transparente dans les fentes des calcaires à albite du Roc Tourné, près Modane (tome I, p. 163) ; ils sont transparents ou translucides et blancs : ils sont généralement groupés irrégulièrement, ou maclés suivant la base ; ils présentent les formes p et a^1. Ils sont associés à des cristaux de quartz, à de petites aiguilles de rutile, etc. Ces calcaires à albite sont dolomitiques et, après dissolution dans l'acide chlorhydrique, ils laissent un résidu sableux de petits rhomboèdres de dolomite.

A. Sella a décrit de très beaux cristaux transparents et incolores de dolomite (analyse *b*), tapissant les fentes de la dolomie sableuse noire, associée à l'anhydrite du glacier de Gebroulaz, au Nord de Modane (*Rendic. Accad. Lincei*. CCLXXXIV. 455. 1887). Ces cristaux appartiennent au type III, rare dans ce minéral ; ils sont aplatis suivant a^1 : tous présentent les formes a^1, p, e^3 ($40\bar{4}1$), $e^{11/5}$ ($16.0.\bar{16}.1$) ; beaucoup d'entre eux offrent en outre, avec plus ou moins de fréquence,

d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, les rhomboèdres inverses e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, les hémiisoscéloèdres $^{1/2}\alpha\,[\pi(44\bar{8}9)]$ et $^{1/2}\delta\,[\pi(33\bar{6}1)]$ et enfin l'hémiscalénoèdre $^{1/2}$☽ $[\pi\,(8.\,12.\bar{2}0.\,5)]$. Ces cristaux ont de 2 à 4 millimètres.

Depuis la publication du travail de Sella, M. Becke a repris l'étude de ces cristaux (*Tschermak's. min. u. petr. Mitt.* XI, 536, 1889, 1890) et a été conduit à en modifier l'orientation. La fig. 6, qui est la reproduction de celle donnée par A. Sella, doit être retournée, la forme δ étant (dans le sens indiqué plus haut) de signe positif $(33\bar{6}1)$, et les deux autres formes, négatives, α $(8\bar{4}\bar{4}3)$ et ☾ $(20.\bar{1}\bar{2}.\bar{8}.5)$.

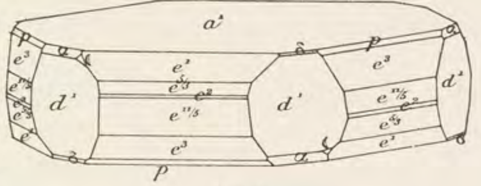


Fig. 6.
Dolomite du Glacier de Gebroulaz (type III).

Dans le même gisement, ont été trouvés les cristaux de giobertite décrits plus loin, et la sellaïte.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Paquier des rhomboèdres (p) de dolomite, blanche ou noire, recueillis, avec célestite, dans le gypse de Montrond.

Algérie. — Le trias algérien, qui offre de grandes analogies avec celui des Pyrénées, est, lui aussi, riche en cristaux de dolomite.

Oran. Les gisements suivants du Sud Oranais, dont M. Flamand m'a remis des échantillons, sont particulièrement remarquables à ce point de vue ; les cristaux sont uniformément constitués par le rhomboèdre p : Aïn Ouarka (cercle d'Aïn-Sefra), cristaux gris de fumée, atteignant 1 cm. 5 d'arête et se réunissant souvent en grand nombre avec des paillettes de leuchtenbergite ou de phlogopite ; Arbaouat (Dj. Mouïlah), gros cristaux noirs ou rougeâtres ; le rocher de sel de Keragda (Dj. Melah), beaux cristaux incolores et limpides comme du spath d'Islande, maclés par accolement suivant la base et présentant la combinaison pa^1 (fig. 7) ; dans le même gisement se trouvent aussi des cristaux brun rouge de dolomite ferrifère, un peu selliformes et enfin de gros rhomboèdres de calcite (pa^1) limpides, renfermant quelques aiguilles d'actinote.

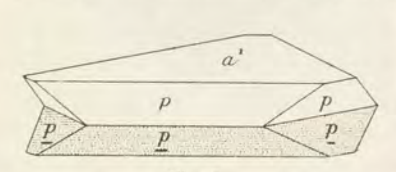


Fig. 7.
Macle suivant a^1 par accolement de la dolomite de Keragda.

Je dois à M. F. Gautier des échantillons de dolomite noire, provenant de Sidi-Chaïb à 30 km. S.-E. de Magenta : ils consistent en rhomboèdres, disséminés dans un calcaire gris ou forment des masses spathiques (*B. S. M.* XXXII, 55, 1909).

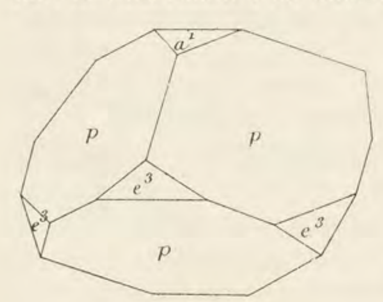


Fig. 8.
Dolomite. Forme commune.

Alger. Au rocher de Sel (Djebel Sahari), près Djelfa, se trouvent de très beaux cristaux limpides de dolomite (pa^1) peu ferrifère, semblables à ceux de Keragda (analyse *e*).

Des dolomies sableuses se rencontrent à Letourneux (voir à *giobertite*) (avec dipyre, leuchtenbergite, phlogopite, albite, etc.). A Médéa, le même minéral constitue des masses saccharoïdes, parfois porphyroïdes.

Plus intéressants sont des échantillons du Camp des Scorpions à Teniet-el-Haad ; ce sont de petits rhomboèdres noirs, disséminés au



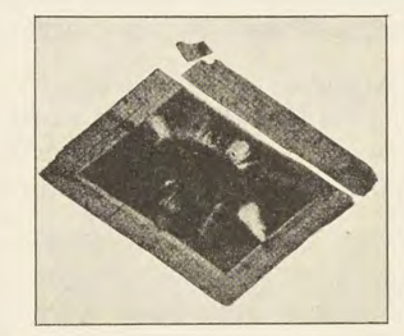


Fig. 9 et 10.
Disposition régulière des inclusions argileuses dans les faces *p* de la dolomite du Djebel Chettaba.

milieu d'un calcaire blanc à grains fins. La dolomite constitue aussi dans ce gisement des masses saccharoïdes, contenant des individus du même minéral qui atteignent 1 cm. d'arête. Les calcaires dolomitiques, qui les accompagnent, renferment divers minéraux métamorphiques (dipyre, etc.). Dans les calcaires dolomitiques de la Rampe, situés dans la même région, se trouvent des rhomboèdres de dolomite blanche ou jaunâtre, mesurant jusqu'à 5 centimètres suivant une arête *pp* d'allon-

gement, avec 2 millimètres de longueur ; plusieurs cristaux de ce genre se rencontrent parfois disposés parallèlement à quelques centimètres de distance les uns des autres.

A Rovigo (Timegheras), la dolomite constitue, dans le gypse, des nodules, formés par de petits rhomboèdres noirs, que relient de grandes plages de gypse (structure pœcilitique).

Je dois à M. Flamand et à M. L. Gentil tous les échantillons de ce



Fig. 11.
Disposition régulière des inclusions argileuses dans les faces *p* de la dolomite du Djebel Chettaba.



Fig. 12.
Section a^1 des cristaux de dolomite, représentés par les figures 9-11.

département, qui m'ont servi à rédiger ce qui précède. M. L. Gentil a étudié ces gisements triasiques dans sa thèse (*Esq. strat. et pétr. du bassin de la Tafna*. Alger, 1902).

Constantine. Des échantillons de dolomite blanche en grandes lames se trouvent à Beni-Saïd et au Djebel Chettaba.

Des cristaux nets provenant de ce gisement, que m'a remis M. L. Gentil, sont des rhomboèdres *p* de 5 millimètres d'arête, présentant parfois les faces a^1 et e^3 ($40\bar{4}1$) (fig. 8). Ce dernier rhomboèdre est terne et corrodé, alors que les autres faces sont brillantes.

Quand on les brise, on constate qu'ils renferment parfois un pigment noir, régulièrement distribué ; celui-ci constitue alors, dans un clivage *p*, un cadre noir, voisin de la surface extérieure (fig. 9 et 10) ; souvent, au milieu de la face, on observe quatre branches limpides, dépourvues d'inclusions; elles sont perpendicuaires aux arêtes *p* (fig. 11). La figure 12 représente la photographie d'une section basique de l'un de ces cristaux.

β) Dans les fentes des assises paléozoïques non calcaires.

La dolomite est fréquente dans les assises paléozoïques et notamment dans le houiller; elle y constitue des remplissages de fentes ou de cavités parallèles à la schistosité. La dolomite de ce genre de gisement est d'un blanc rosé, ou jaunâtre; elle est fréquemment ferrifère et passe à l'ankérite. Elle est souvent associée à la calcite et se présente uniformément sous forme de petits rhomboèdres, parfois très nets, mais plus fréquemment selliformes. Ces cristaux sont d'ordinaire de petite taille.

La présence, si habituelle, de la dolomite et de la pyrite dans ce genre de gisement explique la fréquence des efflorescences et des stalactites d'*epsomite* dans les galeries des mines de houille. Voici quelques localités typiques : il est inutile de les multiplier en l'absence de particularités intéressantes.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. M. Baret m'a communiqué de jolis rhomboèdres jaunes de dolomite ferrifère provenant des fissures du poudingue dévonien des Fourneaux près Angers.

Cévennes. — *Hérault*. Graissessac (avec chalcopyrite et quartz).
Aveyron. Dans les fentes des phyllades à Primilhac.

Plateau Central. — *Ardèche*. De très jolis cristaux de dolomite rosée, à faces courbes, se trouvent dans les fentes des couches exploitées à la Chastagnère près Prades.

Corrèze. Des rhomboèdres selliformes de dolomite tapissent les fentes des grès houillers de Chabrignac ; ils sont souvent recouverts de gros cristaux transparents de calcite. On en trouve aussi dans les mines d'Ahun, à Lavaveix-les-Mines.

Puy-de-Dôme. Messeix (avec calcite et pyrite).

Loire. Bassin de Saint-Étienne en général.

Saône-et-Loire. Montchanin, Perrecy-les-Forges, etc.

Vosges. — [*Vosges*]. *Haute-Saône*. Ronchamp. La dolomite forme dans les grès permiens de Robache, près Saint-Dié, de gros nodules géodiques, tapissés de cristaux du même minéral accompagnés de cristaux de quartz, fluorine, barytine, hématite micacée et plus rarement de chessylite et de divers arséniates de cuivre (communication de M. Ungemach).

γ) Dans les fentes de roches calcaires ou dolomitiques.

La dolomite se rencontre dans les fentes des calcaires et des dolomites, comme la calcite dans celles des calcaires. Elle est généralement peu ferrifère dans ce genre de gisement et parfois tout à fait pure. Dans les régions françaises, la dolomite est fréquente dans ces conditions, mais elle se trouve très rarement en cristaux dignes d'intérêt, un gisement par contre est remarquable.

Maine. — *Mayenne.* Les calcaires carbonifères de Louverné renferment des géodes tapissées de rhomboèdres selliformes de dolomite blanche devenant d'un jaune clair un peu doré par exposition à l'air (densité = 2,82).

La dolomite existe très souvent seule, quand elle est accompagnée par des cristaux de calcite, ce qui est assez fréquent ; ceux-ci sont plus généralement implantés sur la dolomite. J'ai cependant observé le cas inverse, de gros scalénoèdres d^2 de calcite recouverts par l'autre carbonate.

Vendée. — *Loire-Inférieure.* Les calcaires dolomitiques siliceux à fuchsite (précambriens ?) de la carrière du Petit-Bois, près du hameau de Malabry en Vieillevigne, à la limite du département de la Vendée, sont traversés par des veines de dolomite à grands éléments, atteignant 6 centimètres d'épaisseur, dans lesquelles se rencontrent des géodes d'admirables cristaux du même minéral signalés pour la première fois par M. Baret (*op. cit.*, 1898).

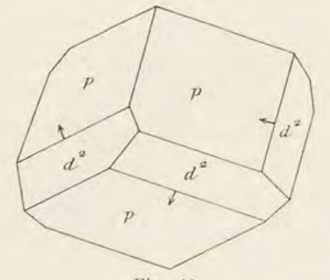


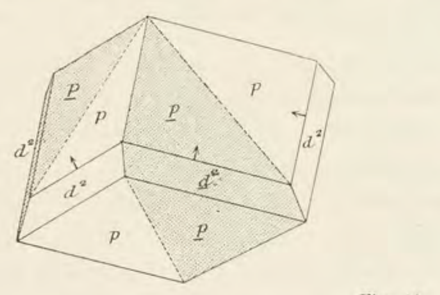
Fig. 13.
Dolomite de Malabry.

J'en ai examiné de très nombreux échantillons que je dois à MM. Baret, Dorlodot d'Armont et Potier ; j'ai pu en outre en réunir d'autres moi-même dans le gisement. Malheureusement, celui-ci est aujourd'hui perdu, la carrière de Malabry étant noyée sous dix mètres d'eau.

Ces cristaux sont incolores ou d'un blond pâle, parfois limpides ; ils atteignent 3 centimètres suivant une arête rhomboédrique. Leur analyse est donnée plus haut en *g*.

Dans le cas le plus général, le rhomboèdre p existe seul ou est accompagné uniquement par a^1 (0001) ; b^1 (01$\bar{1}$2) associé à p se rencontre accidentellement (fig. 104 de la page 484). Dans des cas plus rares encore, p est accompagné de formes hémièdres, dont la plus constante est $+1/2$ d^2 (21$\bar{3}$1) ; elles sont d'ordinaire ternes et en tous cas se distinguent par leur moindre éclat des faces p.

Enfin, dans quelques échantillons fort rares d^2 est très développé, et accompagné d'autres hémiscalénoèdres [$+$ 1/2 $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1), $+$ 1/2 $d^{10/7}$ (10.7.$\bar{17}$.3), $+$ 1/2 $d^{11/8}$ (11.8.$\bar{19}$.3)], à faces assez réfléchissantes : j'ai observé aussi d^1 (11$\bar{2}$0) et plus rarement çà et là quelques faces de $-$ 1/2 d^2 (3$\bar{1}\bar{2}$1). Enfin je signalerai quelques autres hémiscalénoèdres, que je chercherai à débrouiller ultérieurement ; leurs faces sont petites et donnent de mauvaises mesures. Toutes ces formes hémièdres, à l'exception parfois de d^2, sont creusées de profondes cavités de corrosion. Ceux des cristaux de Malabry qui présentent des formes hémièdres sont constitués par des macles symétriques suivant d^1 (11$\bar{2}$0) ; elles ne conduisent jamais à un cristal à apparence holoèdre. Tantôt elles sont régulières, chaque face p étant bordée par des faces d^2 s'inclinant du même côté (fig. 14 à gauche) ; le cristal présente ainsi



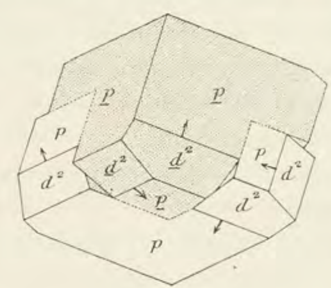


Fig. 14.
Macles par pénétration de la dolomite de Malabry.

une apparence hémimorphe par rapport à l'axe vertical. Tantôt elles sont très irrégulières, une même arête pp étant remplacée par une série de faces d^2, inclinées les unes vers la face p supérieure, les autres vers la face inférieure (fig. 14 à droite).

En outre de ces géodes de beaux cristaux libres, à formes nettes, il existe des surfaces de plusieurs décimètres recouvertes par de gros rhomboèdres lenticulaires à faces en escalier (p, avec souvent b^1 et a^1), recouverts par une croûte continue de petits cristaux de quartz jau-

nâtre. Il est possible d'enlever par le choc cette croûte, sous laquelle on trouve la dolomite plus ou moins corrodée.

Le gisement qui vient d'être décrit est certainement l'un des plus remarquables de ce minéral : d'après les renseignements que j'ai obtenus des gens du pays, on y a trouvé une énorme quantité de cristaux lors de l'exploitation. Il est regrettable que les conditions économiques de celle-ci et la situation de la partie inférieure de la carrière au-dessous du niveau de la rivière voisine rende peu vraisemblable sa réouverture.

Plateau Central. — *Gard.* M. Torcapel m'a communiqué de très gros rhomboèdres contournés de dolomite, tapissant les fentes des calcaires dolomitiques de Saint-Bresson près le Vigan.

La dolomite se trouve en grands rhomboèdres contournés dans les calcaires cristallins de nombreuses localités de ce département : à Pomiers, à Arrigas (de Brun, *Bull. Soc. hist. et natur. Nîmes*, 1900), dans les calcaires infraliasiques de Tamaris près Alais.

Jura. — *Jura.* Les septarias des marnes du lias moyen du Jura, et notamment ceux de Conliège, renferment de petits rhomboèdres selliformes de dolomite, associés à la célestite.

Alpes. — *Isère et Drôme.* Les septarias des marnes oxfordiennes ou calloviennes de Meylan, de Condorcet et des autres gisements étudiés page 113 (fig. 83) renferment, en même temps que les cristaux de quartz, de célestite et de calcite, décrits plus haut, de nombreux rhomboèdres souvent selliformes, parfois basés, de dolomite d'un beau blanc nacré ; ils sont toujours de petite taille.

2° *Dans les filons.*

La dolomite est un minéral accessoire de beaucoup de filons métallifères, elle y accompagne souvent la calcite ; elle est alors tantôt plus ancienne que celle-ci et tantôt plus récente. Elle appartient soit à la dolomite pure, soit, plus souvent, à des types ferrifères et manganésifères de passage à l'ankérite. Sauf de rares exceptions, dans les gisements étudiés plus loin, la forme unique est le rhomboèdre primitif, dont les arêtes sont souvent courbes.

a) *Dans les filons plombifères, argentifères et cuprifères, et dans les gîtes de substitution.*

Pyrénées. — *Ariège.* La dolomite ferrifère en masses lamellaires, criblées de cavités que tapissent des rhomboèdres crétés, est abondante dans la mine de galène de Moncoustant à Cadarcet ; elle sert de gangue à la galène, à la blende, avec de la calcite et de la sidérite.

Pyrénées-Orientales. Rhomboèdres selliformes recouverts d'hématite écailleuse dans les recherches de Can Pey, près Arles-sur-Tech.

Cévennes. — *Hérault.* Des rhomboèdres en forme de selle ont été rencontrés à Neffiez, accompagnant la panabase.

Gard. Je dois à M. Carrière de gros rhomboèdres, un peu crétés, de dolomite, formés par le groupement à axes imparfaitement parallèles de rhomboèdres à faces courbes ; ils proviennent de la dolomite infraliasique (zone à *Amm. angulatus*) de Cabanis, près Durfort, au milieu de laquelle se trouve un amas de smithsonite, avec galène et blende ; des cristaux identiques se trouvent à Trèves, dans un gîte d'imprégnation de galène et de blende au milieu des calcaires dolomitiques du lias ; de petits rhomboèdres selliformes se trouvent avec chalcopyrite, près de Saint-Jean-du-Gard.

Plateau Central. — *Lozère.* Les mines de Vialas, de Genolhac renfermaient de petits cristaux rhomboédriques rosés de dolomite recouverts par les cristaux de calcite décrits page 547.

Tarn. J'ai observé des masses laminaires, avec parfois des rhomboèdres contournés, dans la mine de galène de Peyrebrune, près Réalmont ; la dolomite de ce gisement est légèrement rosée et associée à de la calcite, de la sidérite, de la blende et de la galène.

Haute-Loire. De très belles géodes, tapissées de rhomboèdres selliformes de dolomite ont été rencontrées dans les mines d'Aurouze près Paulhaguet.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni de nombreux échantillons de dolomite blanche, violette, et rarement rose ; leur éclat nacré est très net. Ces cristaux (p) sont souvent

groupés en grand nombre à axes parallèles, pour former des assemblages squelettiformes. M. Dürr a signalé b^1 $(01\bar{1}2)$ et des macles suivant a^1, ainsi que la macle b^1, dans une variété, qu'il appelle *perlspath*. Les analyses données page 641 font penser que les échantillons étudiés constituent probablement des mélanges de calcite et de dolomite plus ou moins ferrifères. Carrière a jadis publié des analyses de dolomite de ce gisement.

La dolomite est l'une des gangues principales du filon cuprifère et plombifère de Saint-Sylvestre, à Urbeis (val de Villé) ; elle s'y trouve (Ungemach. *B. S. M.*, XXIX, 278, 1906) en beaux rhomboèdres incolores de 2 centimètres (avec quelquefois a^1 terne), accompagnant des cristaux de chalcopyrite et aussi en petits cristaux rosés à faces courbes (analyse *h*). Dans la même région, la dolomite forme des filonnets stériles à Honilgoutte et à Mine-en-Charbes. La combinaison p d^1 e^3 (terne) e^8 $(30\bar{3}2)$ est plus rare.

Vosges. Dans les mines de galène de La-Croix-aux-Mines, jolis groupes selliformes avec ankérite et sidérite. Rhomboèdres nacrés à Saulcy-sur-Meurthe (avec mimétite), à Remimont en Entre-deux-Eaux (avec malachite), à Lusse (avec chalcopyrite et galène).

La dolomite en rhomboèdres nets accompagne la chalcopyrite à Mollan près Saint-Amarin, à Sainte-Croix-aux-Mines (avec ankérite sur calcite).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Des cristaux de dolomite (p) accompagnent la sidérite, la barytine, la galène et la panabase dans les filons de la montagne de Pormenaz au-dessus de Servoz. On y a notamment rencontré de grandes lames jaunâtres hérissées de pointements de cristaux plus petits, orientés à axes parallèles. Ces échantillons sont parfois recouverts de jolis cristaux de calcite.

Savoie. L'un des gisements français, qui a fourni les plus beaux cristaux de dolomite, est celui de Pesey ; lors de l'exploitation des filons de galène (voir à *galène*), on y a trouvé en abondance de magnifiques rhomboèdres, pouvant rivaliser avec ceux de Traversella en Piémont. Ils sont incolores ou légèrement teintés en jaune, leurs faces sont nettes, mais peu variées p $(10\bar{1}1)$, avec parfois a^1 (0001), e^3 $(40\bar{4}1)$ (fig. 8), e^2 $(10\bar{1}0)$; les macles suivant a^1 ne sont pas rares. Les échantillons que j'ai vus sont associés à du quartz hyalin et parfois à de l'ankérite.

La dolomite, en petits rhomboèdres, a été rencontrée avec quartz et galène dans les mines de Macot.

Isère. De gros cristaux de dolomite ont été trouvés dans les mines de Chalanches, de la Fayolle (avec sidérite), de Laffrey (avec calcite, blende, galène), de la Poype près Vienne (sur quartz). La forme unique observée est *p*.

Hautes-Alpes. J'ai trouvé de jolis petits rhomboèdres de dolomite nacrée dans les géodes des veines de calcite, qui, à Bréziers, renferment de la célestite et de la bournonite ; ces cristaux de dolomite supportent généralement les deux autres minéraux.

b) *Dans les filons ferrifères.*

La dolomite des filons ferrifères est blanche, rosée ou jaunâtre ; elle contient généralement du fer et passe à l'ankérite.

Cévennes. — *Gard*. La collection du Muséum possède de très beaux cristaux de dolomite [*p*, avec ou sans e^3 (40$\bar{4}$1)], recouvrant des cristaux de sidérite et recouverts eux-mêmes de cristaux de pyrite. L'analogie la plus grande existe entre ces échantillons et ceux de l'ankérite de Saint-Pierre-de-Mésage, dont il est question page 607 ; comme eux, ils sont réunis en grand nombre à axes parallèles pour former par leur ensemble le squelette d'énormes cristaux, géométriquement orientés sur la sidérite qui les supporte (fig. 14bis). Leur densité est de 2.935, ils sont moins ferrugineux que ceux de cette dernière localité. Cependant, l'analogie est si grande entre la sidérite de ces échantillons et celle du même minéral provenant de l'Isère qu'il me semble possible qu'il y ait eu erreur d'étiquetage (voir à sidérite).



Fig. 14 *bis*.
Groupements réguliers de dolomite sur sidérite du Gard ou de Saint-Pierre-de-Mésage.

La dolomite a été signalée dans les gîtes de pyrite de Saint-Félix-de-Pallières et de Gravoulières près d'Anduze (de Brun. *Bull. soc. hist. et sc. Nîmes*, 1900).

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines d'hématite de Framont ont fourni en abondance de belles géodes de dolomite rosée, dont les rhomboèdres parfois tordus, ou crêtés, souvent groupés à axes parallèles, donnent naissance à des édifices compliqués, qui servent de support aux cristaux d'hématite et de calcite décrits plus haut ; ils renferment souvent eux-mêmes des inclusions de cristaux d'hématite.

Au filon Paul, ont été rencontrés des cristaux blancs qui atteignent

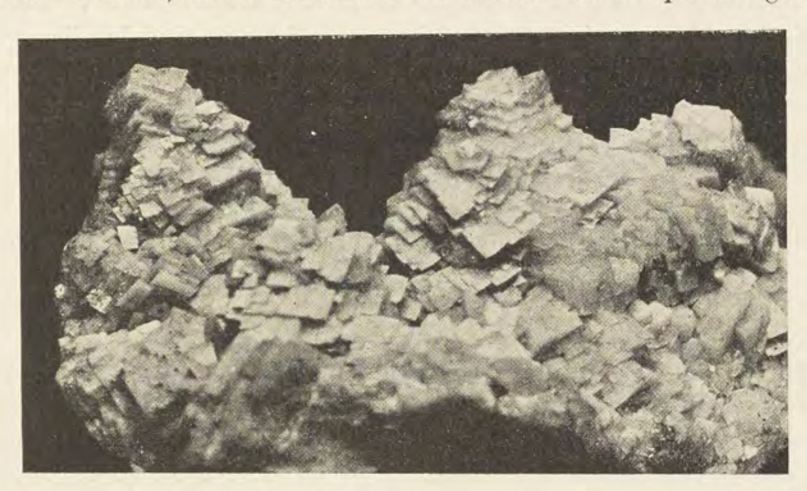


Fig. 15.
Empilements irréguliers de rhomboèdres de dolomite de Framont.

2 cm. ; ils sont très brillants, mais courbes. D'énormes cristaux polysynthétiques ($p\ a^1$) jaunâtres ont été trouvés avec sidérite et exceptionnellement barytine dans un filonnet stérile de la même mine.

Alpes. — *Isère*. Une dolomite un peu ferrifère et manganésifère, constituant des cristaux et des masses rosées, a été trouvée dans le filon de la Chevrette.

c) *Dans des fentes imparfaitement remplies de roches non carbonatées.*

Alpes. — *Isère*. Les fentes des schistes cristallins des Alpes renferment quelquefois des cristaux limpides de dolomite, associés au quartz, à l'albite, à l'anatase et à la turnérite. Ils ne présentent que le rhomboèdre primitif, avec parfois a^1 (0001) et la macle suivant cette face. Les environs de Saint-Christophe-en-Oisans (les Puys) sont notamment à citer à cet égard.

Drôme. Des cristaux et des mouches rosées se trouvent dans les fentes du granite de Saint-Vallier.

d) *Dans les roches éruptives.*

Nouvelle-Calédonie. — La collection du Muséum renferme un échantillon constitué par des rhomboèdres de dolomite grisâtre (1 centimètre). Ils sont réunis par un produit serpentineux verdâtre ; cet échantillon provient de la région péridotique du Sud de l'île.

ANKÉRITE

$CaCO^3.(Mg, Fe, Mn)CO^3$

Rhomboédrique ; parahémiédrique : $pp = 106°12'$ (Mohs).

$[a : c := 1 : 0,83335]$

Forme observée. p $(10\bar{1}1)$.

Faciès. L'ankérite s'observe en rhomboèdres p, souvent de grande taille, généralement courbes et formant des groupements à axes parallèles de beaucoup d'individus de même forme. Elle se présente aussi en masses cristallines à éléments gros ou fins, ainsi qu'en masses compactes.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 2,95 à 3,1 ; 2,962 (Saint-Pierre-de-Mésage), 2,982 (Framont), 2,997 (Pesey), 3,025 (Saint-Pierre d'Allevard).

Coloration et éclat. Blanche, grise, rouge. Transparente à translucide.

Éclat vitreux ou nacré souvent très vif [*spath nacré* (pro parte) des anciens auteurs].

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p).

La réfringence et la biréfringence sont plus grandes que dans la dolomite normale.

Pseudopoléchroïsme. Parfois pseudopléochroïsme analogue à celui de la dolomite.

Composition chimique. Pour la facilité des descriptions, il est nécessaire de distinguer des dolomites pauvres en fer celles qui sont très ferrifères, mais cette division dans une série continue est forcément

arbitraire. Je désigne sous le nom d'*ankérite* les dolomites contenant plus de 15 0/0 de $FeCO^3$, c'est-à-dire plus de 9,3 0/0 de FeO, cet oxyde pouvant d'ailleurs être remplacé par une faible (sauf exception) quantité de MnO. Une composition fréquente est celle (*a*) qui correspond à la formule $2CaOCO^3$, $MgCO^3$, $FeCO^3$. [1]

Boricky écrivait la formule des ankérites $CaFe(CO^3)^2 + n\,CaMg(CO^3)^2$, n variant de 0,5 à 10 ; les ankérites normales étant celles dans lesquelles $n < 2$, les autres étaient désignées sous le nom de *paranké-rites*.

Analyses de l'ankérite :

b) cristaux d'un blanc jaune, du filon du Corniglion, près Vizille, par Berthier (*A. M.* III. 32. 1828).

c) de Vizille (grands rhomboèdres) déduction faite de 5.6 0/0 de gangue (*id.*)

d) de Saint-Pierre-d'Allevard, par M. Arsandaux (*B. S. M.* XXIV. 473. 1901).

e) de l'Oued Allelah par Flajolot.

f) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, par M. Ungemach (*B. S. M.* XXIX. 276. 1906).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
CO^2.....	44,0	44,8	44,8	42,5	43,3	48,07
CaO.....	28,0	28,7	29,9	28,2	28,3	29,45
MgO	10,0	14,0	15,9	10,9	7,8	10,18
FeO.....	18,0	11,5	9,1	17,2	19,7	12,21
MnO. ...	»	0,3	0,3	traces.	0,8	»
Gangue..	»	»	»	»	»	»
	100,0	99,3	100,0	98,8	99,9	99,91

Essais pyrognostiques. Comme la dolomite, mais noircit dans le tube et donne d'une façon plus intense les réactions du fer, et parfois du manganèse.

Altérations. Exposé à l'air, le minéral jaunit, puis brunit par suite de l'oxydation du fer.

Diagnostic. Voir page 416. Les ankérites se distinguent pratiquement des dolomites ferrifères par leur densité plus grande que 2,94, mais j'insiste sur la continuité de la série.

1. $CaCO^3 = 50{,}0$; $MgCO^3 = 21{,}0$; $FeCO^3 = 29{,}0 = 100{,}0$.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ankérite se rencontre dans les gisements métallifères et particulièrement dans les gîtes ferrifères, ainsi que dans les fentes des diverses roches et plus rarement dans les produits des sources thermales.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

Pyrénées. — *Ariège*. Petits rhomboèdres dans la mine de Montcoustant à Cadarcet.

Quercy. — *Lot*. De jolis petits rhomboèdres d'ankérite, associés à de la pyrite, accompagnent la galène à Combecave.

Plateau Central. — *Cantal*. De petits cristaux d'ankérite abondent dans les cavités de la gangue quartzeuse, qui renferme le mispickel de Bonnac : ils sont jaunes et parfois mordorés, après une longue exposition à l'air.

Puy-de-Dôme. C'est à l'ankérite manganésifère et à la limite de la dolomite qu'il faut rapporter le minéral rosé, renfermant parfois des géodes de petits rhomboèdres, qui accompagne la galène à Saint-Amant-Roche-Savine et à Auzelles, et enfin celui d'un filon stérile de la Brousse, près Pontgibaud. Ces minéraux ont été pris autrefois pour de la dialogite. D'après MM. Barbier et Gonnard (*B. S. M.* XXXII, 87, 1909), ils renferment environ 10 °/₀ de $FeCO^3$ et de 6 à 7 °/₀ de $MnCO^3$ dans les deux premiers gisements, et moins de 5 °/₀ dans les derniers. Les ankérites manganésifères étant peu communes, ces gisements sont à signaler spécialement.

Vosges. — *Vosges*. La collection du Muséum possède plusieurs jolis échantillons provenant des anciennes exploitations de la Croix-aux-Mines, ils consistent en quartz, recouvert par des rhomboèdres contournés d'ankérite, superficiellement jaunes et à aspect doré.

M. Ungemach m'a signalé des rhomboèdres d'ankérite à Saulcy-sur-Meurthe (avec mimétite), à Remimont en Entre-deux-Eaux (avec malachite), à Lusse (avec chalcopyrite et galène).

[*Alsace*]. Rhomboèdres selliformes mordorés sur dolomite rose à Framont. M. Ungemach m'a signalé, à la Mine de la Chapelle, de petits rhomboèdres courbes d'ankérite, très régulièrement empilés, de façon à former un squelette creux et cloisonné ($p\ e^1$) de 4 centimètres (épigénie de calcite). A signaler encore des rhomboèdres courbes d'ankérite à Sainte-Marie-aux-Mines, à Sainte-Croix-aux-Mines, à Rimbach près Massevaux. A Saint-Sylvestre (Urbeis), beaux échantillons rosés, avec quelquefois la combinaison pd^1. La panabase de ce gisement est assez souvent accompagnée de gros rhomboèdres, d'un blanc jaunâtre, d'ankérite (analyse *f*.) (Ungemach *B. S. M.* XXIX. 279. 1906). C'est peut-être au même minéral, qu'il faut rapporter des masses clivables et des cristaux lenticulaires, englobant la berthiérite de Honilgoutte et du Trou-du-Loup signalés par le même auteur.

Alpes. — *Savoie*. De jolis cristaux d'ankérite (densité : 2.99 à 3.) ont été trouvés dans des recherches récentes faites à Pesey sur un filon de galène à gangue de quartz et d'albite.

Isère. De magnifiques cristaux d'ankérite accompagnent la sidérite des filons des environs d'Allevard (Saint-Pierre-d'Allevard, etc.). Ils y constituent d'énormes rhomboèdres, souvent polysynthétiques, dépassant 10 cm. de plus grande dimension et ayant une grande tendance à prendre des formes casquées (fig. 1); leur densité atteint 3.025 (analyse *d*) : ils sont d'un blanc un peu jaunâtre.



Fig. 1.
Ankérite de Saint-Pierre-d'Allevard.
(*Réduction au tiers.*)

Les filons de sidérite de Saint-Pierre-de-Mésage, près Vizille, renferment de superbes cristaux d'ankérite, ne présentant que le rhomboèdre *p*. Ils se groupent parfois en grand nombre à axes parallèles et s'orientent sur un cristal de sidérite de plus grande taille, simulant le squelette d'un énorme cristal, toutes les stries que portent les rhomboèdres de dolomite suivant la grande diagonale des faces *p* se trouvant ainsi parallèles. On observe parfois des surfaces de plus d'un décimètre de côté qui présentent une semblable orientation ; il n'est pas rare d'y voir en outre quelques cristaux disposés d'une façon

quelconque. La dolomite est souvent recouverte de gros cristaux de pyrite qui ont été décrits tome II.

L'analyse *b* est celle d'une ankérite de la même région (filon de Corniglion près Vizille).

Je signalerai enfin des rhomboèdres un peu contournés d'ankérite

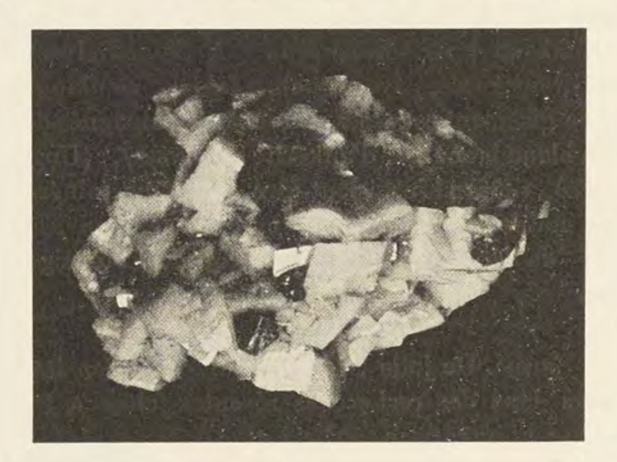


Fig. 2.
Rhomboèdres d'ankérite et cristaux de pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

jaunâtre, de la collection du Muséum, indiqués comme provenant d'Allemont (probablement mine des Chalanches, ou des Trois-Laux.

Algérie. — *Alger*. Les gîtes de panabase du cap Tenez, de Mouzaïa, de l'Oued Allelah (analyse *e*), de l'Oued Bouchema, renferment en abondance de l'ankérite, dont les rhomboèdres contournés, à structure polysynthétique recouvrent la surface de géodes de sidérite ; ils sont associés à des cristaux de chalcopyrite, de panabase, de calcite, etc.

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Plateau Central. — *Aveyron*. J'ai observé des rhomboèdres d'ankérite, mesurant 2 centimètres d'arête, dans les fentes des schistes houillers de Decazeville.

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les fentes des pépérites du puy

de la Poix près Clermont renferment de petits rhomboèdres basés à faces courbes d'ankérite un peu ferrifère (densité : 2,95) ; ils sont de couleur jaunâtre, souvent en partie recouverts de bitume et d'un enduit fibreux de calcédoine. Par nettoyage au sulfure de carbone, ils deviennent blancs ; ils atteignent 4 mm. de plus grande dimension. Ce minéral, d'abord pris pour de la giobertite (Gonnard, *C. R.* CIV, 1304, 1887) est accompagné de soufre, de pyrite, de mésotype, de calcite et de gypse ; toutes ces diverses substances sont amenées par des eaux chlorurées sodiques.

Les travaux d'approfondissement d'une galerie creusée dans le granite pour le captage des sources bicarbonatées de Saint-Nectaire ont mis à découvert en 1890 de petites veinules d'ankérite manganésifère rosée ; elle se présente généralement en lamelles clivables, mais on rencontre parfois des géodes, dans lesquelles de petits rhomboèdres contournés sont implantés directement sur le granite. D'après les analyses de M. Barbier (*B. S. M.*, XXXII, 87 1909), cette ankérite renferme environ 10 % de $FeCO^3$ et 7 % de $MnCO^3$.

GROUPE DE L'ARAGONITE

Ce groupe est constitué par les espèces suivantes :

Aragonite	$Ca\,CO^3$.
**Alstonite*	$(Ca, Ba)CO^3$.
Withérite	$Ba\,CO^3$
Strontianite . . .	$SrCO^3$
Cérusite	$PbCO^3$

et un certain nombre de types intermédiaires, qui doivent être considérés comme de simples variétés d'aragonite, de strontianite ou de cérusite :

Tarnowitzite	$(Pb, Zn)CO^3$.
Calciostrontianite. . .	$(Sr, Ca)CO^3$.
Iglésiasite	$(Ca, Pb)CO^3$

Tous ces minéraux ont des paramètres voisins, ils présentent d'une façon constante (alstonite, withérite), ou très fréquemment, des macles suivant m (110), conduisant, quand elles sont polysynthétiques, à des groupements pseudohexagonaux.

La biréfringence est toujours très élevée, la bissectrice aiguë est négative et parallèle à l'axe vertical, avec 2V ne dépassant pas 20°, mais, tandis que dans l'aragonite et l'alstonite, le plan des axes est parallèle à h^1(100), il est parallèle à g^1(010) dans les autres minéraux du groupe.

ARAGONITE

$CaCO^3$

Orthorhombique : $mm = 116°16'$.

$b : h = 1000 : 611{,}768 \quad D = 849{,}280 \quad d = 527{,}944$. (Dx.).

$[a : b : c = 0{,}6216 : 1 : 0{,}7204.]$

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), g^6 (570) ;

e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{7/24}$ (0.24.7), $e^{3/13}$ (0.13.3), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/6}$ (061), $e^{2/13}$ (0.13.2), $e^{1/7}$ (071), $e^{2/15}$ (0.15.2), $e^{1/8}$ (081), $e^{2/17}$ (0.17.2), $e^{1/9}$ (0.9.1), $e^{1/11}$ (0.11.1), $e^{1/14}$ (0.14.1), $e^{1/16}$ (0.16.1), $e^{1/30}$ (0.30.1) ;

b^2 (114), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ (332), $b^{1/12}$ (661), $b^{1/14}$ (771), $b^{1/16}$ (881), $b^{1/18}$ (991) ;

$e_2 = (b^1\, b^{1/2}\, g^1)$ (132), $e_3\ (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121), $e_5 = (b^1\, b^{1/5}\, g^1)$ (231), $e_{29/5} = (b^{1/5}\, b^{1/29} g^{1/5})$ (12.17.5), $e_6 = (b^1\, b^{1/6}\, g^1)$ (572), $e_{19/3} = (b^{1/3}\, b^{1/19}\, g^{1/3})$ (8.11.3), $e_{13/2} = (b^{1/2}\, b^{1/13} g^{1/2})$ (11.15.4), $e_7 = (b^1\, b^{1/7} g^1)$ (341).

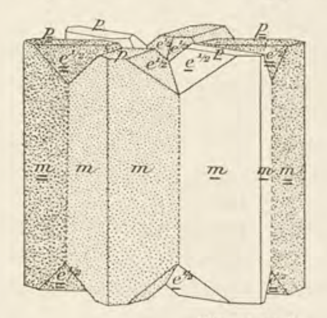
Il faut y ajouter quelques faces vicinales appartenant particulièrement aux zones $e^1 b^{1/16}$, me^1 et mg^1 (voir à Framont).

Macles. — Les macles sont constantes dans l'aragonite ; quand en effet elles ne sont pas manifestes extérieurement, elles sont mises en évidence par l'examen optique et par les figures de corrosion. Elles ont été étudiées en particulier par Leydolt (*Ber. Ak. Wien.* XIX. 10. 1856), par de Senarmont (*A.C.P.* XLI.60. 1854) et par M. J. Beckenkamp (*Z. K.* XIV. 375. 1888).

1° Macle suivant m (110); cette macle comporte plusieurs modalités.

a. — Macle polysynthétique suivant des faces m parallèles. Elle est presque constante dans les cristaux bacillaires ou aciculaires d'aragonite; elle peut être particulièrement étudiée dans ceux de Vertaizon. $mg^1 = 174°24'$.

b. — Macles par répétition suivant des faces m différentes, conduisant à des groupements pseudohexagonaux compliqués, avec ou sans angles rentrants. L'angle mm étant de 63°44′ au lieu de 60°, comme dans les minéraux hexagonaux et mg^2 (s. m) de 93°44′ au lieu de 90°, le groupement laisse des vides, comblés par des cristaux supplémentaires ayant l'orientation d'un ou de plusieurs des individus de l'assemblage. Les figures 1 et 2, représentant en perspective ce type de macle sont empruntées à l'Atlas de Schrauf.



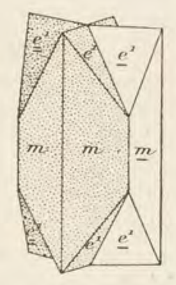


Fig. 1 et 2.
Macle suivant m de l'aragonite (type *b*).

Ce type de macle, comporte de nombreux arrangements, qui seront étudiés plus en détail à l'occasion de l'aragonite des Landes, dans laquelle il est constant : parfois l'accolement, au lieu de se faire suivant m a lieu suivant des surfaces irrégulières voisines de g^2 (130).

Formes et faciès. Les cristaux simples sont extrêmement rares ; les macles sont presque constantes. D'une façon générale, les cristaux de ce minéral sont à rapporter à deux types.

Type I. — Les cristaux ont une forme aciculaire par suite du grand développement pris par des dômes et des pyramides très aiguës, qui sont souvent d'une détermination difficile à cause de l'existence de très nombreuses faces vicinales : ces cristaux présentent presque toujours la première modalité de la macle suivant m et plus rarement la seconde. Ceux de Framont peuvent être pris pour type (fig. 27 à 36).

Type II. — Macles à forme pseudohexagonale de la seconde modalité (fig. 4 à 18). Les cristaux présentent fréquemment la structure en sablier décrite plus loin (fig. 18) ; ceux des Landes sont caractéristiques.

Souvent l'aragonite constitue des associations columnaires, de grosses baguettes, groupées à axes parallèles ou divergeant d'un centre.

Les angles observés suivants ont été mesurés par M. Gonnard (G) sur des cristaux des environs de Neussargues, ou par M. Stöber (S) sur ceux de Framont.

	Angles calculés	Angles observés.
$m\ m$	116°16′	116°17′ (G)
$m\ h^1$	150° 4′	
*$m\ g^1$	121°52′	121°53′ (G)
$m\ g^2$	93°43′	
$m\ g^6$	170°51′	
	Macle suivant m	
$m\ m$	127°28′	
$g^1\ \overline{m}$	174°24′	
$g^1\ \overline{g^1}$	116°16′	
	Macle suivant g^2	
$m\ m$	168°48′	
$p\ \overline{a^1}$	130°48′	
$a^1\ a^1$ s. p	81°36′	
$e^2\ e^2$ s. p	140°24′	140°23′ (G)
$e^2\ g^1$	109°48′	109°47′ (G)
$e^2\ p$	160°12′	160°11′ (G)
$e^1\ e^1$ s. p	108°28′	108°17′ à 34′ (G)
*$e^1\ g^1$	125°46′	125°44′ (G)
$e^1\ p$	144°16′	144°15′ (G)
$e^{1/2}\ e^{1/2}$ s. p	69°32′	
$e^{1/2}\ g$	145°14′	145°27′ (G)
$e^{1/2}\ p$	124°46′	124°48′ (G)
$e^{1/3}\ e^{1/3}$	49°40′	
$e^{1/3}\ g^1$	155°10′	155°18′ (G)
$e^{1/3}\ p$	114°49′	114°40′ (G)
$e^{7/24}\ e^{7/24}$ s. p	44° 6′	
$e^{7/24}\ g^1$	157°57′	157°50′ (G)
$e^{3/13}\ e^{3/13}$	35°30′	
$e^{3/13}\ g^1$	162°15′	162°20′ (G)
$e^{1/5}\ e^{1/5}$	31° 2′	
$e^{1/6}\ e^{1/6}$	26° 4′	
$e^{2/13}\ e^{2/13}$	24° 7′	
$e^{1/7}\ e^{1/7}$	22°26′	
$e^{2/15}\ e^{2/15}$	20°59′	
$e^{1/8}\ e^{1/8}$	19°42′	
$e^{2/17}\ e^{2/17}$	18°33′	
$e^{1/9}\ e^{1/9}$	17°32′	
$e^{1/11}\ e^{1/11}$	14°29′	
$e^{1/14}\ e^{1/14}$	11°19′	
$e^{1/16}\ e^{1/16}$	9°55′	
$e^{1/30}\ e^{1/30}$	5°19′	

	Angles calculés	Angles observés.
$e^1\ e^2$	164° 2′	164° 1′ à 26′ (S)
$e^1\ e^{1/2}$	160°32′	160°28′ à 34′ (S)
$e^1\ e^{1/3}$	150°36′	150°27′ (S)
$e^1\ e^{7/24}$	147°49′	
$e^1\ e^{3/13}$	143°31′	
$e^1\ e^{1/5}$	141°17′	
$e^1\ e^{1/6}$	138°48′	138°47′ à 48′ (S)
$e^1\ e^{2/13}$	137°49′	137°51′ à 57′ (S)
$e^1\ e^{1/7}$	136°59′	136°52′ à 137°4′ (S)
$e^1\ e^{2/15}$	136°15′	136°11′ à 19′ (S)
$e^1\ e^{1/8}$	135°38′	135°18′ à 42′ (S)
$e^1\ e^{2/17}$	135° 2′	135° 7′ à 10′ (S)
$e^1\ e^{1/9}$	134°32′	134°54′ à 56′ (S)
$e^1\ e^{1/11}$	133° 0′	132°35′ à 133°7′ (S)
$e^1\ e^{1/14}$	131°25′	131°10′ à 131°30 (S)
$e^1\ e^{1/16}$	130°43′	130°49′ (S)
$e^1\ e^{1/30}$	128°25′	128°15′ (S)
$b^2\ b^2$ s. p	142°26′	
$b^2\ m$	108°47′	108°54′ (G)
$b^1\ b^1$	111°24′	
$b^1\ m$	124°18′	124°11′ (G)
$b^{1/2}\ b^{1/2}$	72°28′	
$b^{1/2}\ m$	143°46′	143°49′
$b^{1/3}\ b^{1/3}$	52° 4′	
$b^{1/3}\ m$	153°58′	153°24′ (G)
$b^{1/12}\ b^{1/12}$	13°56′	
$b^{1/12}\ m$	173° 2′	
$b^{1/14}\ b^{1/14}$	11°53′	
$b^{1/14}\ m$	174° 4′	
$b^{1/16}\ b^{1/16}$	10°28′	
$b^{1/16}\ m$	174°46′	
$b^{1/18}\ b^{1/18}$	9°19′	
$b^{1/18}\ m$	175°21′	
$p\ e_2$	129°11′	
$p\ e_3$	118°24′	
$p\ e_5$	107°30′	
$p\ e_{29/5}$	105° 6′	
$p\ e_6$	104°36′	
$p\ e_{19/3}$	103°49′	
$p\ e_{13/2}$	103°27′	
$d\ e_7$	102°29′	

$e^1\ e_2$	155°46′	
$e^1\ e_3$	141°52′	141°54′ (G)
$e^1\ e_5$	128°38′	128°34′ (S)
$e^1\ e_{29/5}$	125°45′	125°50′ (S)
$e^1\ e_6$	125° 9′	124°59′ à 125°7′ (S)
$e^1\ e_{19/3}$	124°14′	124° 7′ (S)
$e^1\ e_{13/2}$	123°48′	123°31′ (S)
$e^1\ e_7$	122°39′	122°55′ (S)
$e^1\ m$	107°58′	107°25′ (G)

$m\,b^1$ s. e^1	75°33′	
$m\,a^1$ s. e^1.	49°59′	
$g^1\ e_3$	133°16′	133° 6′ (G)
$g^1\ b^{1/2}$	115°12′	114°56′ (G)
$e_3\ b^{1/2}$	161°56′	161°58′ (G)
$e_3\ e_3$ s. a^1	93°28′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	129°36′	
$e^1\ \underset{\smile}{e^1}$	144° 4′	143°46′ (G)

On les trouve aussi sous forme de stalactites (fig. 21). Les variétés coralloïdes (*flosferri*, *eisenblüth*) constituent des rameaux plus ou moins contournés, affectant souvent des formes très élégantes (fig. 25). Quand la structure fibreuse est très serrée, la cassure des échantillons est compacte, tandis que dans d'autres cas, il est facile d'en détacher des aiguilles cristallines et transparentes (Rancié), qui ne sont pas disposées radialement (fig. 26).

Enfin l'aragonite se présente aussi sous la forme de pisolites (fig. 23), dont les zones d'accroissement sont plus ou moins régulières et possèdent généralement une structure fibreuse (fig. 24).

Figures de corrosion. M. J. Beckenkamp a été conduit par l'étude des figures de corrosion (*Z. K.* XXXII. 24. 1900) à considérer l'aragonite, ainsi que tous les minéraux du même groupe, comme étant non pas orthorhombique, mais triclinique. M. F. Westhof a étudié ces mêmes figures et en particulier celles des cristaux de Bastennes, dont il va être question plus loin (Untersurch. über die Kystallstruktur der Glieder der Aragonitgruppe. *Inaug. Dissert. Univ. Freiburg in Schweitz*, 1899, (voir page 676 note 1).

Clivages. Clivages distincts suivant g^1 (010), peu nets suivant m (110) et e^1(011). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 2,93 à 2,95 (tarnowitzite).

Coloration et éclat. Incolore, grise, gris de fumée, violacée, bleue, verte. Poussière d'un blanc grisâtre.

Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Fig. 3
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p (001). Faible dispersion avec $\rho < v$. Les indices suivants ont été mesurés par Rudberg (raie D).

n_g	n_m	n_p	2E	2V
1,68589	1,68157	1,53013	30°54′	18°11′

$n_g - n_p = 0,15576$

Composition chimique. Comme la calcite. Un assez grand nombre d'aragonites renferment une petite quantité de strontium, plus rarement de plomb, de zinc (*tarnowitzite*).

Analyses de l'aragonite:

a) bacillaire de Vertaizon, (*Puy-de-Dôme*), par Stromeyer (*A. C.* XLV. 224. 1813.)

b) de Bastennes (*Landes*), *id.*

	a)	*b*)
CO^2.......	43,29	42,87
CaO.......	55,02	53,39
SrO.......	1,45	2,88
H^2O......	0,21	0,98
	99,97	100,12

Vauquelin et Laugier ont trouvé des teneurs inférieures en strontium dans les aragonites des mêmes gisements.

M. Carnot a bien voulu faire effectuer au Laboratoire d'Essais de l'École des Mines le dosage du carbonate de strontium dans les petits cristaux de Dax et les gros cristaux de Bastennes que j'étudie plus loin; le résultat est beaucoup plus faible encore que celui annoncé par Stromeyer dans l'analyse *b*; c'est en effet 0,38 °/₀ de carbonate de strontium pour le minéral de Dax et 1,20 °/₀ pour celui de Bastennes.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, au rouge, décrépite, blanchit, et se transforme en calcite[1] qui se dissocie à plus haute température; les variétés fibreuses blanchissent sans changer de forme, mais deviennent friables. Les variétés strontianifères donnent à la flamme une coloration plus rouge que celle du calcium pur; l'examen spectroscopique (en particulier par le procédé de Gramont) permet de déceler facilement le strontium.

1. On a admis pendant longtemps, sur la foi d'expériences de Fabre et Silbermann, que la transformation de l'aragonite en calcite se fait avec dégagement de chaleur (+ 2^{cal} pour un équivalent ($CaCO^3$ = 50 gr.), M. Le Chatelier a montré (*C. R.*, CXVI. 390. 1893) que le phénomène est de signe contraire (— $0^{cal},3$). La température de transformation sous la pression atmosphérique est inférieure à + 300° C.

Soluble avec effervescence dans les acides, un peu moins rapidement que la calcite, quand ceux-ci sont étendus (voir à *calcite* pour les autres propriétés).

Altérations. L'aragonite se rencontre parfois paramorphosée en calcite, alors que la transformation inverse est extrêmement rare.

Diagnostic. En l'absence de forme géométrique déterminable et sans la constatation des propriétés optiques, la densité supérieure à 2,9, la dureté plus grande, l'absence de clivage rhomboédrique, permettent de distinguer rapidement l'aragonite de la calcite. De plus, dans les masses fibreuses d'aragonite, les clivages font partie de la zone d'allongement, au lieu de lui être obliques, comme dans la calcite.

Je n'ai observé qu'aux Malines (*Gard*) des pseudomorphoses d'aragonite en hydrozincite, recouvertes de calcite ou de gypse.

La réaction de Meigen et le décrépitement au rouge fournissent aussi un procédé de diagnostic. La *réaction de Meigen* consiste dans la coloration lilas que prend la poudre d'aragonite après avoir été chauffée pendant quelques minutes dans une solution étendue d'azotate de cobalt ; traitée de la même façon, la calcite prend une coloration bleu clair.

Voir à *ctypéite* pour la distinction des pisolites de ce minéral et de ceux d'aragonite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aragonite ne constitue pas à elle seule des sédiments, comme la calcite, mais on la rencontre dans un grand nombre de gisements différents. Elle résulte toujours de dépôts effectués par voie aqueuse. Je la passerai successivement en revue [1] :

1° dans les formations sédimentaires ;
2° dans les sources thermales ;
3° dans les filons métallifères ;
4° dans les roches éruptives et métamorphiques.

1. Dans un grand nombre de gisements, on a signalé comme aragonite, des masses fibreuses ou bacillaires de calcite ; il m'a paru sans intérêt de relever ces erreurs de diagnostic, je me contente d'appeler l'attention des minéralogistes sur cette question (voir p. 449).

1° *Dans les formations sédimentaires.*

A l'inverse de la calcite, l'aragonite ne constitue jamais un élément essentiel de roches sédimentaires, elle ne se rencontre que comme acci-

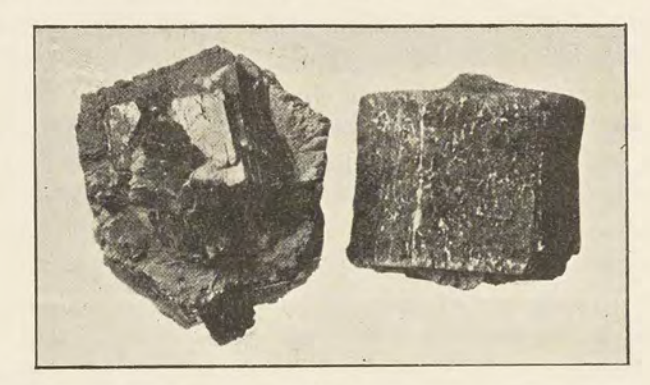


Fig. 4.
Aragonite de Bastennes. (*Photographie grandeur naturelle.*)

dent dans les fentes de certaines de celles-ci et comme constituant le test de certains animaux ; mais par contre, on la trouve parfois dans des

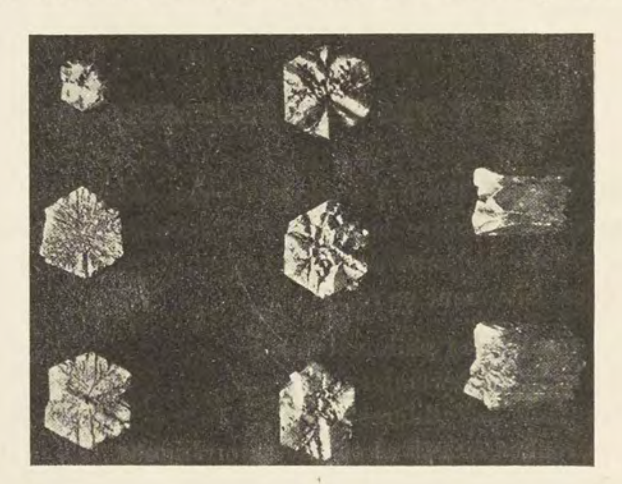


Fig. 5.
Aragonite de Dax. (*Photographie grandeur naturelle.*)

argiles à l'état de cristaux isolés, particularité qui est d'une extrême rareté dans la calcite.

a) *Dans les formations gypsifères et salifères.*

Pyrénées. — Les gisements d'aragonite les plus intéressants que j'ai à étudier se trouvent dans les marnes bariolées de l'extrémité occidentale et de la base des Pyrénées, que je range ici dans le trias, en faisant cependant les réserves qui ont été formulées à la page 756, tome II, dans l'étude du sel gemme ; on trouvera à cette place des indications sur ces gisements qu'il est inutile de répéter ici.

L'aragonite de cette catégorie de gisement est associée à du sel, à du gypse, à des cristaux de quartz bipyramidé ; elle se présente exclusivement sous la forme de macles pseudohexagonales, très régulières, peu allongées suivant l'axe vertical. Ces cristaux sont identiques comme formation et conditions géologiques à ceux qui proviennent des gisements espagnols auxquels le minéral doit son nom, et qui se trouvent dans le trias de l'Aragon, des deux Castilles, de Valencia, et en particulier entre les villes de Calatayud (Aragon) et de Molina de Aragon (Castille).

Landes. L'aragonite abonde d'une part dans les marnes du bassin salifère, s'étendant entre Dax au Nord, et Pouillon au Sud (notamment entre ces deux localités, à la métairie du Couquet et à 2 kilomètres au sud de Saint-Pandelon), et de l'autre, dans les assises gypseuses, non salifères, situées à la frontière des *Basses-Pyrénées*, aux environs de Bastennes-Gaujacq, qui est la localité dont proviennent tous les échantillons étudiés jusqu'ici, et ceux qui sont recherchés pour les collections, à cause de leurs grandes dimensions (fig. 4). Ils atteignent en effet jusqu'à 4 centimètres de longueur et de diamètre ; ils sont colorés en rouge par des inclusions d'argile ferrugineuse, et renferment souvent en abondance des cristaux bipyramidés de quartz rouge.

J'ai examiné non seulement un grand nombre de cristaux de Bastennes, mais encore plusieurs milliers de cristaux, trouvés, il y a quelques années, dans des marnes et dans du gypse, au cours de fouilles faites à Dax, au Pouy d'Euse, pour les fondations de la chapelle des lazaristes. Les uns sont très aplatis suivant la base et n'ont souvent pas plus de 5 millimètres de diamètre (fig. 5 à gauche et au milieu), alors que les autres, allongés suivant l'axe vertical (fig. 5 à droite), peuvent atteindre 1 cm. 5. Ils sont généra-

lement incolores, souvent translucides; ils n'englobent que rarement des cristaux incolores de quartz bipyramidé.



Fig. 6.
Aragonite de Bastennes. (*Photographie grandeur naturelle de la base de macles pseudohexagonales.*)

Tous les cristaux d'aragonite des Landes, sans exception, appartiennent au deuxième type de la macle suivant *m*, celui donnant naissance à un groupement pseudohexagonal, mais ces macles présentent des structures variées.

On trouve tout d'abord des prismes hexagonaux basés (fig. 4), dans lesquels ne se voient que des faces *p* et *m* ; la plus grande partie des gros cristaux de Bastennes se rapportent à ce type. Leur structure complexe apparaît à l'œil nu. Ils ont une grande tendance à s'enchevêtrer d'une façon irrégulière, à se grouper sous forme de boules ; il est fréquent de rencontrer un gros individu en englobant un ou plusieurs plus petits, alors que dans d'autres cas, un gros cristal sert de support à des cristaux de moindre taille.

Fig. 7.
Aragonite de Dax. Macle par pénétration
Lame mince parallèle à la base.
(*Lumière polarisée parallèle.*)

Ceux des cristaux de Dax se rapportant à ce type sont aplatis suivant la base ; celle-ci est souvent assez plane pour qu'il soit possible d'y voir, grâce à des lignes de suture, le détail des macles intérieures,

qui sont généralement constituées par un petit nombre d'individus; on voit souvent apparaître sur ces lignes de suture de petites facettes

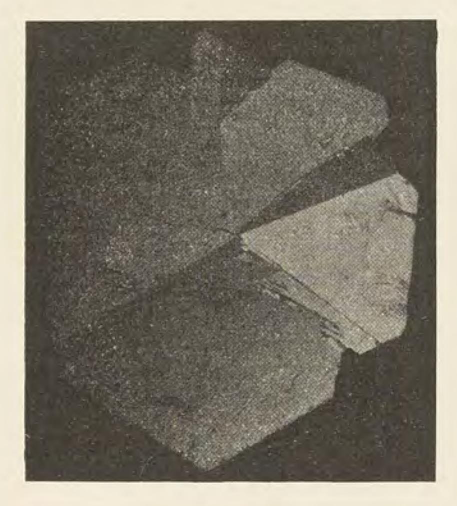


Fig. 8.
Aragonite de Dax, Macle par accolement. Lame mince parallèle à la base. (*Lumière polarisée parallèle*)

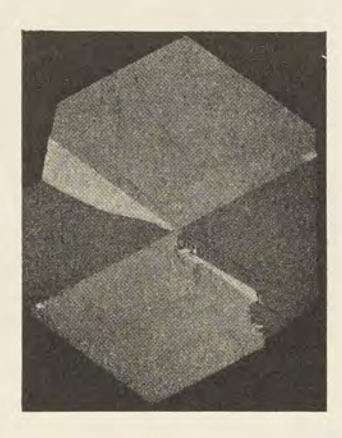


Fig. 9.
Aragonite de Dax.
Macle par entrecroisement.

e^1 (011) et il existe tous les passages entre ce cas et celui dans lequel les individus constituants sont terminés seulement par e^1 (fig. 5 à droite et au milieu); le nombre des individus constituant

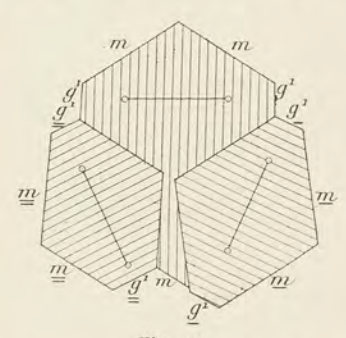


Fig. 10.
Aragonite, figure théorique d'une macle par pénétration.

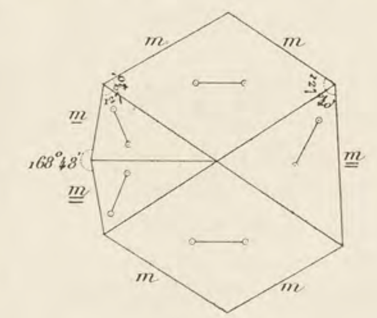


Fig. 11.
Aragonite, figure théorique de la macle suivant *m*.

le groupement est alors souvent considérable. Ce type est réalisé aussi quelquefois dans de gros cristaux de Bastennes ; la figure 6 en repré-

sente plusieurs exemples ; à gauche, on voit la base naturelle du pseudoprisme hexagonal, à droite, une section transversale polie du même cristal, puis celle d'un autre individu.

Enfin, dans les cristaux de Dax, allongés suivant l'axe vertical, non

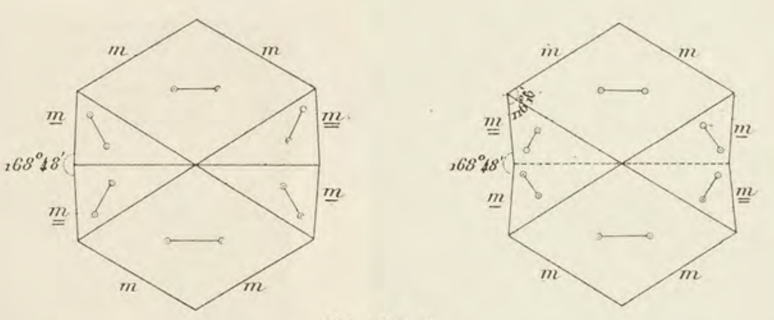


Fig. 12 et 13.
Diverses modalités de la macle suivant *m* de l'aragonite (figures théoriques).

seulement les pointements e^1 des cristaux constituants sont distincts (fig. 5, à droite), mais encore on voit dans les parties latérales du sommet du groupement apparaître des faces g^1. Tandis que les faces prismatiques de ces cristaux sont planes et transparentes, les faces e^1

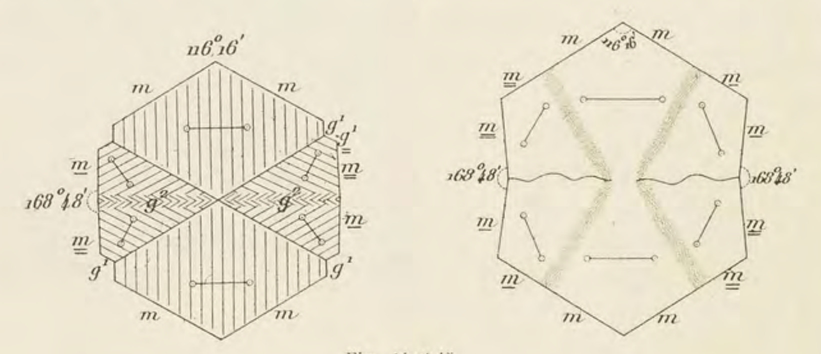


Fig. 14 et 15.
Diverses modalités de la macle suivant *m* de l'aragonite (figures théoriques).

au contraire sont toujours profondément encroûtées par du gypse et quand, grâce à un courant d'eau, on est parvenu à dissoudre celui-ci, on constate que ces faces restent ternes et rugueuses.

L'examen optique, mieux que l'étude géométrique, permet d'entrer

dans le détail de la structure de ces groupements. Les figures 7 à 9, et 16 et 17 représentent la photographie de sections basiques que j'ai fait tailler dans divers échantillons.

Le cas le plus simple est réalisé quand il n'existe essentiellement que trois cristaux, ayant sensiblement les mêmes dimensions, et ayant le sommet de leur angle obtus au centre du groupement. L'intervalle libre est rempli par un ou plusieurs cristaux plus petits offrant l'une des orientations des précédents, ou bien un individu plus grand enveloppe les deux autres (fig. 7 et 10). Fréquemment, l'un des cristaux principaux est atrophié et les cristaux supplémentaires, qui peuvent être eux-mêmes composites, prennent une importance plus grande (fig. 8). Ces divers faciès sont surtout réalisés dans les petites macles aplaties, à base plane de Dax.



Fig. 16.
Aragonite de Dax. Macle par entrecroisement et enchevêtrement.

Dans d'autres cas, surtout observables dans les cristaux très allongés suivant l'axe vertical, comme ceux représentés par la partie droite de la figure 5, il existe un cristal principal (ayant toute la largeur de la macle), sur lequel sont groupés, le plus souvent par entrecroisement, les deux autres individus. La figure 9 représente le cas le plus simple, dans lequel n'interviennent que les trois individus élémentaires.



Fig. 17.
Aragonite de Dax. Macle par entrecroisement et enchevêtrement.

Les figures théoriques 10 à 15, empruntées à de Senarmont (*op. cit.*)

et à Des Cloizeaux (*op. cit.* II), montrent les divers types des groupements observés par ces deux savants.

Les figures 16 et 17 représentent des sections basiques d'un type plus compliqué, qui est celui des cristaux de la figure 6 ; elles montrent non plus seulement des groupements par accolement ou par intercroisement, mais encore des interpénétrations des diverses orientations.

Enfin, parfois il n'existe pas de secteurs définis de grande surface, mais des enchevêtrements compliqués, de telle sorte même que dans certains cas, il devient impossible de délimiter la place de chaque individu.

Il n'est pas rare enfin de trouver des cristaux à secteurs bien nets, dans un ou plusieurs desquels s'observent de fines bandelettes hémitropes suivant une même facette prismatique, réalisant par conséquent l'association des deux types de macles suivant *m*.

Je n'ai pas observé dans les Landes le cas connu ailleurs, dans lequel *tous* les cristaux élémentaires des macles sont groupés de telle sorte que leur angle aigu *mm* soit réuni autour du centre.

Les cristaux de Bastennes [1] en particulier présentent, lorsqu'on les sectionne longitudinalement, la structure *en sablier*, mise en évidence par la figure 18, structure qui est souvent accentuée par la distribution régulière d'inclusions ferrugineuses, d'inclusions de lames de gypse.

1. Dans le mémoire auquel il a été fait allusion plus haut, M. Westhoff a étudié les figures de corrosion de ces cristaux ; il a montré qu'en attaquant par un acide les groupements pseudohexagonaux formés essentiellement de trois cristaux, le pourtour reste brillant, tandis que le centre est moiré par suite de la formation d'une sorte de mosaïque de parties ternes et de parties brillantes. Les figures de corrosion de la partie intérieure sont symétriques ou dissymétriques, avec une pointe dirigée soit suivant l'axe *b* (figures macropolaires), soit suivant l'axe *a* (figures brachypolaires). Sur le pourtour brillant, elles sont toutes brachypolaires, et imbriquées les unes sur les autres. Le même savant a cru aussi avoir découvert la structure en sablier, connue cependant dans ces cristaux depuis cinquante ans, et il l'explique par la présence de matières étrangères non isomorphes, bien que M. Pelikan, qui a défendu cette idée pour les pyroxènes, se soit basé pour cela sur la prétendue absence de cette structure dans les minéraux du groupe de l'aragonite.

M. Westhoff a confondu les deux gisements distincts de Bastennes et de Dax ; au début de son travail, il indique que ses cristaux proviennent de Bastennes, près de Dax, puis dans le travail lui-même il ne parle plus que des cristaux de Dax. De sa description (inclusions d'oxyde de fer et de gypse), il ressort très nettement qu'il a opéré sur des cristaux de Bastennes.

Dès 1852, de Senarmont a montré que cette structure n'est pas due à un entrecroisement de cristaux ; une plaque mince taillée dans un semblable édifice présente en effet une orientation optique uniforme, l'indice n_p étant, dans toutes les parties, parallèle à l'axe vertical de la figure. Les stries des deux secteurs verticaux sont dues aux clivages g^1, les stries horizontales des deux autres secteurs consistent essentiellement en cannelures parallèles à l'arête pg^1. De Senarmont, sans pouvoir expliquer cette structure, s'est demandé si elle n'était pas en relation avec le fait suivant : en mettant de semblables cristaux en digestion dans un mélange d'eau, d'alcool et d'acide acétique, il est parvenu à désagréger la masse ; les produits des digestions successives contenaient une proportion croissante de strontium (0,002, 0/0 de $SrCO^3$ au début et 0,6 à la fin), ce qui semble indiquer une composition hétérogène de ces macles. Cette observation est intéressante à rapprocher des expériences faites par M. Gaubert (*C. R.* CXLIII, 778, 1908) sur les cristaux à structure en sablier, obtenus en faisant cristalliser un mélange d'azotate de baryum et de plomb, dans lequel l'un des deux prédomine sur l'autre. M. Gaubert a montré que les deux couples de secteurs, qui, dans ces conditions, prennent naissance dans les octaèdres, possèdent une composition chimique différente.

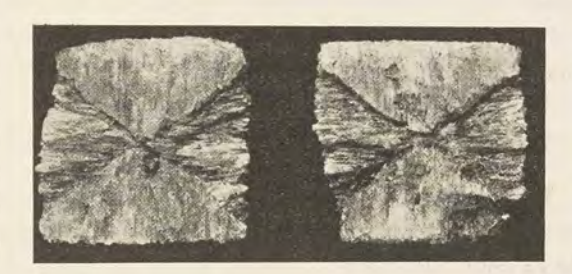


Fig. 18.
Section verticale de macles d'aragonite de Bastennes montrant la structure en sablier. (*Photographie grandeur naturelle.*)

En terminant, je signalerai à Bastennes des cas intéressants de cristallisation simultanée de gypse et d'aragonite ; ils sont réalisés par de gros cristaux à structure en sablier et sont bien mis en évidence, quand on les soumet pendant quelques heures à un courant d'eau ; c'est en particulier ce qui a été fait pour ceux représentés par la figure 18. L'examen microscopique de semblables associations fait voir qu'il n'y a pas de liaison géométrique constante entre les deux minéraux : les plans g^1 du gypse paraissent seulement compris dans la zone verticale de l'aragonite. Les deux minéraux forment parfois ensemble des sortes de pegmatite graphique, dans lesquelles le gypse est

l'élément englobant. Aussi ne semble-t-il pas possible de considérer l'association des deux minéraux comme le résultat d'un commencement de pseudomorphose.

Basses-Pyrénées. L'aragonite se présente avec les mêmes formes qu'à Dax, et généralement en petits cristaux, dans le bassin salifère de Bayonne-Briscous [notamment aux mines de Brindos (Bassusarry) et de Larralde (Villefranque)].

Des nodules formés par le groupement irrégulier de cristaux d'aragonite englobant des cristaux de quartz, de phlogopite et de gypse se trouvent au voisinage d'une ophite dans une argile gypseuse constituant le lit du Loubihar à Ispoure.

d) *Dans les formations quaternaires.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je dois à M. Harlé un curieux échantillon recueilli dans un sondage fait au col de la Plagnotte, près Rimont, lors de la construction du chemin de fer de Saint-Girons à Foix. Il consiste en un os long d'élan, dont les cavités sont tapissées d'aiguilles d'aragonite, groupées en gerbes (3^{mm}) ; dans la zone verticale, on ne voit que des faces *m*. Les macles à section pseudohexagonale sont terminées par une base triangulaire terne et un dôme e_x^1 extrêmement aigu, également terne et non mesurable. Au premier abord, ces cristaux donnent l'illusion de la calcite, mais les excellentes mesures de la zone verticale et la densité ne laissent pas de doute sur la nature du minéral, qui tire un vif intérêt de son âge récent.

a) *L'aragonite dans les corps organisés.*

On a vu, page 441, que l'aragonite constitue avec la calcite le test calcaire de beaucoup d'animaux ; elle s'y trouve parfois en grains irréguliers ou en cristaux aciculaires, allongés suivant l'axe vertical ; elle est plus souvent lamellaire suivant la base et identique par suite à l'un des types de calcite du test des mollusques.

Il y a quelques années, Miss Agnes Kelly s'est efforcée de démontrer que le minéral qui nous occupe n'est pas de l'aragonite, mais une forme spéciale de carbonate de calcium, qu'elle a proposé de désigner sous le nom de *conchite* (*Sitz. Ber. Bayer. Akad. Wiss.* XXX. 187. 1900, et *Miner. Magaz.* XII. 363. 1900). M. R. Brauns a montré, et avec raison (*Centralbatt für Miner.* 1905, 194) que les propriétés physiques de cette substance ne diffèrent pas de celles de l'aragonite

(densité = 2,83 à 2,87 ; transformation en calcite vers 300° C ; n_g = 1,523, n_m = 1,659, n_p = 1,662, d'où 2 V = 16°). Miss Kelly considère sa conchite comme uniaxe. Il est presque toujours possible de constater dans les coquilles l'écartement normal des axes de l'aragonite. J'ajouterai que dans les otolites de quelques poissons, qui sont constitués par le même minéral, j'ai observé l'existence des macles caractéristiques de l'aragonite.

L'aragonite constitue la coquille de beaucoup de céphalopodes (*nautilus*, *sepia*, *spirules*), de la plupart des gastéropodes (*helix*, *pupa*, *bulimus*, *cyclostoma*, *succinea cypræ*), de beaucoup de lamellibranches (*perna*, etc.), de scaphopodes (*dentalium*), etc.

Elle est associée à la calcite dans certains gastéropodes (*patella*), dans certains lamellibranches (*pinna*, *mitylus*, *spondylus*, etc.), dont elle constitue la nacre ; enfin elle constitue les perles fines ; les perles dites de nacre sont souvent en partie formées par de la calcite fibreuse.

Elle forme aussi le squelette de la plupart des cœlentérés (*millepora*, *heliopora*, *porites*, *astroides*, etc.) et sous forme sphérolitique constitue la coquille des œufs des reptiles (chéloniens et sauriens).

La facilité avec laquelle l'aragonite se paramorphose en calcite entraîne, au cours de la fossilisation, sa fréquente destruction du test des mollusques qu'elle constitue. On a vu, page 441, qu'au lieu d'un individu cristallin à orientation et à structure uniformes, il se produit dans cette paramorphose un agrégat de grains de calcite diversement orientés, qui résistent mal à la dissolution et disparaissent, tandis que les coquilles originellement constituées par de la calcite se conservent intactes.

b) *Dans les roches calcaires et les fentes de roches diverses.*

L'aragonite se trouve dans quelques grottes calcaires sous forme de stalactites, plus rarement sous celle de cristaux ; elle est beaucoup moins fréquente que la calcite dans ce genre de gisement ; les fibres de ces stalactites sont souvent non rectilignes, elles forment des groupements plumeux, dont l'axe vertical est cependant en moyenne dirigé normalement à l'axe de la stalactite. De plus, les fibres d'aragonite sont d'ordinaire plus serrées que celles de calcite, particularité qui donne à l'ensemble un aspect plus compact.

On rencontre aussi l'aragonite dans les fissures de diverses roches, où elle s'est produite par le même mécanisme, c'est pourquoi je réunis

ces divers modes de gisements dans un même paragraphe, bien que quelques-uns d'entre eux appartiennent à la série des schistes cristallins.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Belles concrétions à fibres serrées d'un blanc nacré à Geu dans la vallée d'Argelès.

Hautes-Pyrénées. Les fentes du calcaire marmoréen de Sarrancolin ont fourni des concrétions botroydales, à structure très finement fibreuse, d'une belle aragonite blanche.

Cévennes. — *Gard*. Les formations houillères de Grand-Combe renferment des poches tapissées de magnifiques cristaux d'aragonite incolores et hyalins (Champelauson, Trescol), atteignant jusqu'à 3 centimètres de longueur ; ils offrent les macles et les formes de l'aragonite d'Herrengrund. Ceux que je dois à l'obligeance de MM. Carrière et Domergue sont très cannelés suivant l'axe vertical et ne montrent le plus souvent que les faces p (001), m (110), avec de petites facettes e^1 (011).

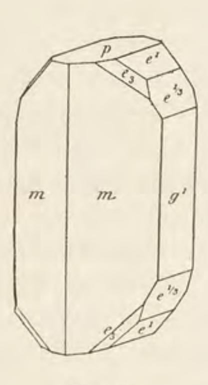


Fig. 19.
Aragonite
de Grand-Combe.



Fig. 20.
Aragonite des Salles de Gagnières. (Macle pseudohexagonale.) (*Photographie de la base, grandeur naturelle.*)

La figure 19 représente une combinaison plus compliquée, que m'a communiquée M. Ungemach ; elle porte en outre $e^{1/3}$(031) et e_3 (121) ; elle entre dans la composition de macles complexes.

La figure 20 reproduit une photographie de la base d'une macle pseudohexagonale de ce genre atteignant 3 cm. de diamètre et seulement 2 cm. suivant l'axe vertical ; elle provient des Salles de Gagnières.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. J'ai eu entre les mains, sans pouvoir l'étudier complètement, un échantillon d'aragonite constitué par de

petites aiguilles transparentes, enchevêtrées et indiquées comme ayant été trouvées dans une grotte creusée dans le lias à Meyronnes.

Corbières. — *Hérault*. Belles stalactites d'aragonite à fibres serrées dans les fentes du terrain houiller de Graissessac.

Plateau Central. — *Corrèze*. Je dois à M. Puyaubert des échantillons d'aragonite coralloïde blanche, recueillis dans les fentes des micaschistes du moulin de Bos de Bar, situé à 10 km. de Tulle, sur la route de Corrèze.

Aveyron. M. Martel m'a communiqué une stalactite d'aragonite trouvée dans une grotte des environs de Sylvanès (Bouche-Payrol), en relation avec une ancienne galerie de mine : elle est formée de fibres entrelacées, très fines, colorées en bleu pâle par du carbonate de cuivre.

Corse. — La collection du Muséum renferme des cristaux ternes d'aragonite (type Framont) implantés sur cristaux de calcite (e^2 b^1), provenant de Sainte-Lucie, au sud-est de la gare de Bastia (fentes de schistes cristallins).

Algérie. — *Alger*. La collection du Muséum possède de très beaux échantillons de stalactites provenant des grottes de Gouraya. Elles sont irrégulières, leur surface est creusée de protubérances, présentant une tendance à la production de formes coralloïdes (fig. 21). La cassure de ces stalactites montre, suivant les points considérés, des particularités curieuses. Elles sont formées de zones concentriques, qui ont individuellement une structure fibreuse. Par places, les fibres d'aragonite sont rectilignes, translucides, vitreuses ; dans d'autres zones, les fibres sont blanches, opaques, très fines, d'un blanc laiteux, et souvent palmées ; la densité d'un fragment de ces fibres est toujours inférieure à celle des baguettes vitreuses, ce qui tient à l'existence de petites cavités microscopiques, laissées entre elles par les fibres du minéral ; la poudre fine de ces fibres a la densité de l'aragonite normale. Il n'est pas rare d'observer des zones de calcite lamellaire alternant avec celles d'aragonite.



Fig. 21. Stalactite d'aragonite de Gouraya. (*Réduction de moitié.*)

Des veines d'aragonite fibreuse se trouvent dans les fentes des schistes du gault de Beni-Menasser, près Milianah, et dans celles du crétacé supérieur de l'Oued Deurdeur (Djendel).

2° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'aragonite est fréquente comme produit de formation récente ou actuelle dans les sources thermales bicarbonatées.

Fig. 22.
Aragonite formée dans un tuyau d'adduction des sources thermales de Châtelguyon. (*Faible réduction.*)

Le gisement le plus intéressant à cet égard est celui de Châtelguyon. Les travaux de fondation de l'établissement thermal ont mis à jour dans les fentes de l'oligocène un très beau gisement de ce minéral, qui se forme encore de nos jours dans les tuyaux de captage des eaux. L'aragonite constitue des masses concrétionnées d'un beau blanc, dont les fibres très serrées ont jusqu'à 10cm de longueur; elles se terminent parfois à l'extérieur par de délicats pointements cristallins. La figure 22 est la reproduction de la photographie d'un tuyau de plomb de captage, en partie obturé par un dépôt d'aragonite fibreuse. Des dépôts identiques s'observent à la petite source voisine de Gimeaux. La température de l'eau de Châtelguyon est de + 34°C.

A Saint-Nectaire-le-Bas, l'aragonite se présente sous la même forme, au milieu de l'opale forchérite, déposée anciennement dans les fentes du granite. Elle forme aussi dans celui-ci des filonnets, dont les fibres atteignent 8cm de longueur (bord de la route de Saint-Nectaire-le-Haut, au point d'émergence d'une source chaude).

De nombreux gisements se trouvent sur les bords de l'Allier. A la base orientale du Puy de Corent, la source du Tambour dépose

abondamment de l'aragonite fibreuse accompagnée de cristaux de calcite et de barytine. C'est probablement à une origine analogue qu'il y a lieu de rapporter de gros blocs d'aragonite fibreuse de la collection du Muséum, qui ont été recueillis il y a une vingtaine d'années par Des Cloizeaux dans le gisement de randannite de Ceyssat.

L'aragonite se présente encore sous la même forme à la source de Saladi, entre les Martres-de-Veyre et Sainte-Marguerite, (belles masses fibreuses, englobant des cailloux basaltiques, etc.). Le même gisement a fourni aussi des masses compactes, finement cristallines, englobant des fragments de basalte. De nombreuses géodes sont tapissées de très fines aiguilles incolores et limpides d'aragonite, trop petites du reste pour que leurs formes puissent être déterminées. Au-dessous de Coudes, il existe également un important gisement d'aragonite, qui sert de ciment à un poudingue, constitué par des galets de roches volcaniques et de roches anciennes. Les fibres de ces agrégats cristallins se terminent parfois dans les cavités par des cristaux aciculaires distincts ($m^1g\ e^1\ e^{1/2}\ e_x$); les couches d'aragonite alternent dans quelques échantillons avec de l'opale.

Il n'est pas possible d'attribuer une autre origine aux filons d'aragonite des pépérites du Creux-de-Chantagour en Vertaizon, dont les échantillons se trouvent dans toutes les collections. Leur structure est la même que dans les filonnets de Saint-Nectaire, mais les individus constituants, au lieu d'avoir un millimètre de diamètre ou même moins, mesurent souvent plus d'un décimètre. Ce sont de grosses baguettes blanches ou d'un blanc jaunâtre transparentes ou translucides, accolées : j'en ai vu dépassant 25^{cm} de longueur. Elles sont disposées à peu près perpendiculairement aux parois du filon. Quand le remplissage de celui-ci a été incomplet, les baguettes se terminent dans la cavité par des cristaux pourvus de faces cristallines : ce sont des macles de plusieurs individus aplaties suivant la face m (110) qui sert de plan à la macle polysynthétique : seules les faces de la zone verticale (m, h^1, g^1) sont nettes; les pointements aigus des échantillons que j'ai examinés sont ternes, raboteux et généralement indéterminables, sauf dans quelques cristaux sur lesquels j'ai observé un dôme voisin de $e^{1/2}$ (021); leur cassure transversale a un éclat gras, très caractéristique. Ces cristaux constituant des masses bacillaires ou columnaires, sont lâchement unis, de telle sorte qu'il est facile de les mettre en liberté par le choc du marteau.

L'analyse donnée plus haut montre que cette aragonite renferme environ 2 °/₀ de carbonate de strontium.

Des veinules d'aragonite se trouvent dans les pépérites d'autres gisements de la Limagne et notamment à Pont-du-Château.

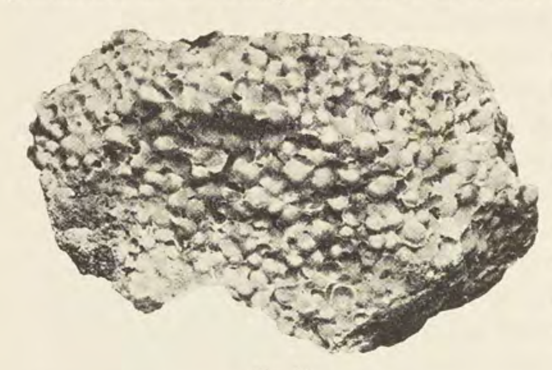


Fig. 23.
Pisolites d'aragonite cimentés par de la calcite. Source des Célestins à Vichy. (*Photographie un peu réduite.*)

La collection du Muséum possède un échantillon d'aragonite fibreuse, veinée de gris et de blanc : sa gangue est du granite; il est étiqueté Tourniol sans autre indication; il me paraît vraisemblable qu'il provient de Tournoel près Riom.

Allier. Les travertins calcaires de la source des Célestins (voir page 42) renferment localement des poches remplies par de très curieux

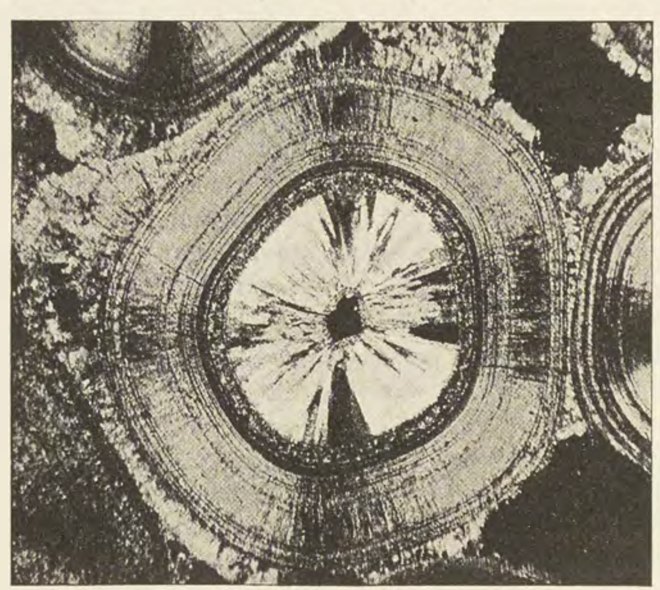


Fig. 24.
Lame mince d'un des pisolites d'aragonite de la fig. 21, vue en lumière polarisée parallèle.

pisolites d'aragonite que cimente de la calcite (fig. 23). L'examen

microscopique montre que ces pisolites possèdent la structure à la fois concentrique et fibreuse, mise en évidence par la fig. 24, qui représente la photographie grossie d'un des pisolites de la figure précédente vu en lumière polarisée parallèle. Il me paraît assez vraisemblable que cette aragonite est une paramorphose de ctypéite.

Madagascar. — La source thermale de Mahatsinjo, située à 30 kilomètres au sud-ouest de Miarinarivo (nord-est du lac Itasy) a fourni autrefois une aragonite à fibres très serrées, rappelant certaines variétés du Puy-de-Dôme ; c'est au milieu d'elle que se trouve la ctypéite, qui est décrite plus loin.

3° *Dans les filons métallifères.*

L'aragonite est assez fréquente dans les filons métallifères, leur nature n'ayant pas d'influence sur la forme qu'y prend ce minéral, il me paraît inutile d'établir ici des catégories dans ce genre de gisement ; je ferai remarquer toutefois que l'aragonite est surtout fréquente dans les gisements ferrifères et que c'est de là que vient la dénomination de *flos ferri* attribuée par les anciens minéralogistes à l'aragonite coralloïde dont la figure 25 représente un exemple typique.



Fig. 25.
Aragonite coralloïde. (*Réduction de moitié.*)

Les fibres contournées d'une façon parfois des plus irrégulières et des plus élégantes, sont d'ordinaire blanches et opaques : leur structure est finement fibreuse. Ces fibres sont parfois extrêmement délicates et ténues.

Pyrénées. — *Ariège*. Les gisements de limonite de Rancié en Sem, près Vicdessos, ont fourni de fort beaux échantillons d'aragonite coralloïde blanche ou d'un blanc jaunâtre, se trouvant dans des cavités différentes de celles qui ont fourni les groupements de calcite décrits page 529 et affectant une forme très analogue. Ces échantillons ont une structure différente de celle du type le plus habituel

de la figure 25, ils présentent la particularité d'être formés de cristaux allongés, groupés à axes imparfaitement parallèles pour constituer des gerbes (fig. 26), au lieu de réaliser des tiges contournées à structure fibreuse.

Fig. 26.
Aragonite en gerbes cristallines de la mine de Rancié. (*Photographie grandeur naturelle.*)

D'assez jolis cristaux aciculaires, limpides, ont été jadis trouvés sur hématite dans la mine de galène de Laquorre, près Aulus : $mg^1e^1\ e^{1/2}\ e_3$, avec macles répétées suivant une même face m.

Pyrénées-Orientales. C'est sous la même forme coralloïde et en concrétions à fibres très serrées, que l'aragonite se présente dans les diverses mines de fer de la région du Canigou (Escaro, Fillols, etc.).

De beaux échantillons des mêmes variétés ont été rencontrés jadis dans la mine de cuivre de Canaveille : on trouve parfois dans les vieilles collections, sous le nom d'aragonite, des concrétions laiteuses, qui sont constituées par de la calcite.

Corbières. — *Hérault.* L'aragonite en longues aiguilles aciculaires forme des croûtes sur les beaux cristaux de panabase de Cabrières.

Cévennes. — *Gard.* Les filons quartzeux et blendeux d'Arrigas renferment une aragonite concrétionnée à fibres très serrées, d'un bleu de ciel magnifique couvrant de grandes surfaces ; j'ai eu connaissance de ce minéral par l'intermédiaire de M. de Brun.

M. Valette m'a communiqué une très belle aragonite coralloïde bleu clair, provenant des environs du Vigan, sans indication plus précise ; elle vient certainement d'un gisement analogue à celui d'Arrigas, mais d'une autre localité, car l'échantillon faisait partie d'une vieille collection réunie avant les dernières recherches effectuées dans cette mine. Les gîtes de smithsonite des Malines renferment aussi de l'aragonite : elle est le

plus souvent aciculaire. J'ai observé aussi de grosses baguettes bacillaires, accolées, qui sont en partie pseudomorphisées en hydrozincite et recouvertes par de petits rhomboèdres de calcite, et plus rarement par du gypse transparent.



Fig. 27.
Aragonite aciculaire de Framont. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. De beaux échantillons d'aragonite coralloïde ont été trouvés dans les mines de fer de Mazenay, près Saint-Léger.

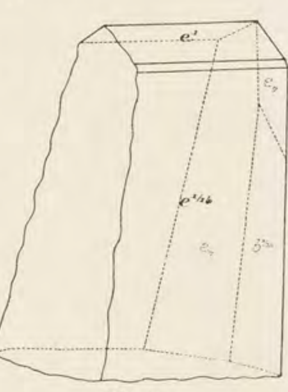


Fig. 28.
Aragonite de Framont.

Alsace. — Les filons de Framont ont fourni jadis de magnifiques échantillons d'aragonite ; les cristaux dépassent souvent 1 cm. et se groupent à axes plus ou moins parallèles pour former des gerbes de cristaux (fig. 27) atteignant jusqu'à 10 cm. de longueur et rivalisant par leur beauté avec ceux du Cumberland. Ils sont en général incolores et brillants, avec souvent un éclat métallique dû à l'existence d'un léger enduit superficiel de limonite.

Fig. 29.
Aragonite aciculaire de Framont.

Ils sont implantés sur de l'hématite, de la limonite, sur du calcaire ; ils sont parfois associés à l'hématite et à la dolomite, etc., et se rapprochent, par leur aspect, des variétés de calcite en scalénoèdres très aigus de la même localité.

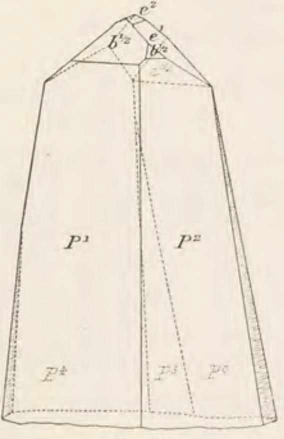


Fig. 30.
Aragonite aciculaire de Framont.
$P = b^{1/10}$.

Les recherches de M. Pisani (*in* Des Cloizeaux, *op. cit.* II. 92. 1874) y ont mis en évidence l'absence de strontium.

L'aragonite de Framont est toujours aciculaire; les macles par accolement sont fréquentes; jointes aux groupements à axes parallèles, dont il vient d'être question, elles rendent l'étude de ces cristaux assez

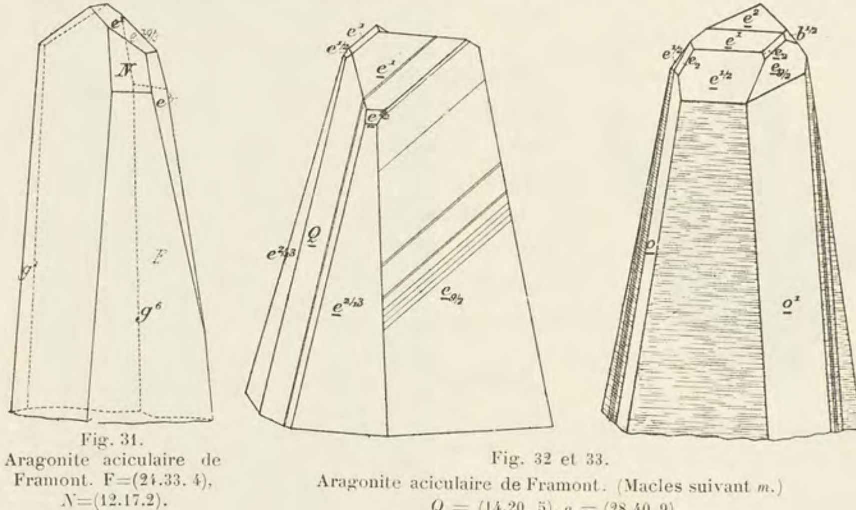


Fig. 31.
Aragonite aciculaire de Framont. F=(24.33.4), N=(12.17.2).

Fig. 32 et 33.
Aragonite aciculaire de Framont. (Macles suivant *m*.)
Q = (14.20.5), *o* = (28.40.9).

difficile. Signalées dans tous les Traités de Minéralogie, brièvement décrites par Carrière (*Ann. Soc. Emul. Vosges*, 1849), elles ont fait

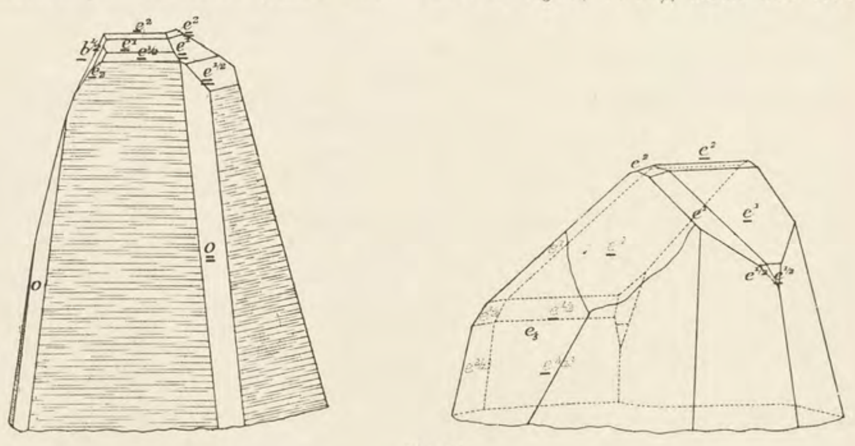


Fig. 34.
Aragonite aciculaire de Framont. (Macles suivant *m*.)

l'objet d'une étude cristallographique des plus approfondies de la part de M. Stöber (*Mit. Geol. Landesanst. Elsass-Loth.* IV. 113. 1894), à laquelle sont empruntées les figures 28 à 35.

Les formes observées par lui [1] sont les suivantes : g^1 (010), $^\star g^6$ (570), m (110) ; e^2 (011), e^1 (012), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/6}$ (061), $e^{2/13}$ (0.13.2), $e^{1/7}$ (071), $^\star e^{2/15}$ (0.15.2), $e^{1/8}$ (081), $^\star e^{2/17}$ (0.17.2), $e^{1/9}$ (0.9.1), $^\star e^{1/11}$ (0.11.1), $e^{1/14}$ (0.14.1), $e^{1/16}$ (0.16.1), $^\star e^{1/30}$ (0.30.1) ;

$b^{1/2}$ (111), $b^{1/12}$ (661), $b^{1/14}$ (771), $b^{1/16}$ (881), $b^{1/18}$ (991) ;

e_2 (132), $^\star e_5$ (231), $e_{29/5}$ (12.17.5), $^\star e_6$ (572), $^\star e_{19/3}$ (8.11.3), $^\star e_{13/2}$ (11.15.4), e_7 (341), et plusieurs faces vicinales (fig. 31-34) appartenant principalement aux zones [(881) : (011)], [(110) : (011)] et [(110) : (010)]. Les formes marquées d'un astérisque ont été observées pour la première fois sur les cristaux de cette localité.

Les pyramides $b^{1/x}$ et les brachydomes $e^{1/x}$ très aigus dominent en général ; e^2, $e^{1/2}$ et surtout e^1, sont également bien développés, de sorte que les cristaux présentent le plus souvent, approximativement, l'aspect de pyramides très aiguës, tronquées par un biseau (fig. 28 à 31).

Les macles par accolement sont fréquentes (fig. 32 à 35).

Fig. 35.
Aragonite de Framont. Macle polysynthétique suivant m.

L'aragonite coralloïde, de couleur très variée [blanche, jaune, bleue ou rose (cobaltifère)], est abondante dans les divers filons de Sainte-Marie-aux-Mines. Exceptionnellement, on y trouve des cristaux hyalins non mesurables [cristaux terminés par e^1(?) (Carrière. *Ann. Soc. émul. des Vosges*. VII. 1351 ; et Stöber, *op. cit.*)].

M. Ungemach m'a signalé d'autre part les localités suivantes qui fournissent l'aragonite concrétionnée : Musbach, près Sainte-Croix-aux-Mines (échantillons bleutés), Lalaye dans le Val de Villé (mine du Puant Trou), carrière de l'Osterweg à Bergheim (globules botroydes sur barytine).

1. Les paramètres déduits des mesures faites sur les cristaux de Framont ($a : b : c$ = 0.6225 : 1 : 0.7198) sont légèrement différents de ceux adoptés ici, et auxquels ont été ramenés les angles du tableau de la page 666.

Vosges. Petits cristaux aciculaires sur quartz et galène de Remémont en Entre-Deux-Eaux, près Saint-Dié.

[**Lorraine**]. — Dans le minerai de fer oolithique de la mine Röchling à Algrange.

Alpes. — *Savoie*. L'aragonite coralloïde et stalactiforme a été trouvée autrefois dans les filons de sidérite de Saint-Georges-des-Hurtières.

Isère. Les mines de Saint-Pierre-de-Mésage, près Vizille, ont fourni de jolis échantillons d'aragonite incolore en cristaux groupés du même type que ceux de Framont. La collection du Muséum possède un échantillon de ce genre implanté sur de l'ankérite et du quartz hyalin ; j'ai pu en détacher un petit cristal présentant des faces e^1 nettes, des faces arrondies $e^{1/11}$ (0.11.1) et $e^{3/13}$ (0.13.3), ainsi qu'une série de pyramides très gondolées, parmi lesquelles cependant e_7 (341), $e_{13/2}$ (11.15.4) et $e_{19/3}$ (8.11.3) sont distinctes; ces cristaux présentent de fines lamelles maclées suivant une même face *m*.

On a aussi trouvé ce minéral en masses concrétionnées à fibres extrêmement serrées, d'un blanc mat, aux environs de Vizille. C'est sous cette même forme que l'aragonite existe en fibres de 5 à 10 cm. de longueur au milieu des calcaires liasiques traversés par les filons de panabase de Prunières ; elle est généralement accompagnée de calcite lamellaire.

Algérie. — *Alger*. L'aragonite se trouve dans les mines de panabase de Mouzaïa et de Tenez sous forme de concrétions d'un beau bleu de ciel : elles sont fibreuses et hérissées de pointements cristallins indistincts. Le même minéral constitue aussi des rosettes de cristaux limpides et incolores du type de ceux de Framont ; dans les échantillons que j'ai examinés, les cristaux sont généralement accolés à leur gangue et leurs formes ne peuvent être que difficilement précisées ; j'y ai seulement constaté *m*, g^1, e^1, $b^{1/2}$, et des pyramides aiguës indéterminables. Les macles par répétition sont fréquentes.

Constantine. Des cristaux analogues se trouvent, avec chessylite et malachite, sur l'hématite du Djebel Ouenza.

4° *Dans les roches éruptives.*

L'aragonite est bien moins fréquente que la calcite comme minéral secondaire dans les roches éruptives; il faut cependant faire une

exception pour certaines roches volcaniques, qui la renferment en très grande abondance.

a) *Dans les basaltes.*

Coirons. — *Ardèche*. Les basaltes d'Aubignas contiennent de grosses baguettes d'aragonite semblables à celles de la Haute-Loire.

Haute-Loire. Les basaltes et les brèches basaltiques des environs du Puy fournissent de beaux échantillons d'aragonite; ce minéral remplit incomplètement des cavités du basalte sous forme de grosses baguettes accolées, souvent parfaitement limpides et incolores, parfois d'un jaune de miel; elles atteignent souvent 1 décimètre de longueur; les faces de la zone verticale seules sont distinctes. Ces groupements cristallins sont généralement accolés à leur gangue par une face prismatique et en même temps par leurs deux extrémités. Les nombreux échantillons que j'ai étudiés viennent des basaltes de Coubon, de Farges, de la Terrasse près Cussac, de Crouzet et de la cascade de Foulhol en Sansac-l'Église, de Cheyrac, de Polignac, de Ronzade (Le Puy), de Rochelimagne, du tunnel de Taulhac, etc.

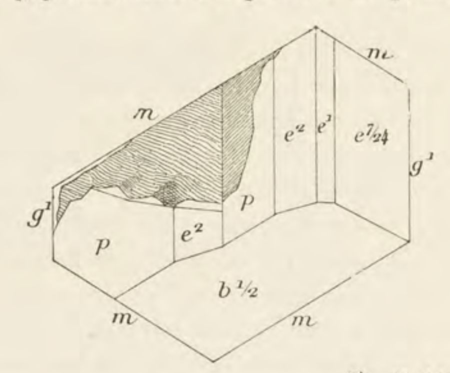
La collection du Muséum possède deux échantillons, étiquetés l'un Vorey, l'autre le Rosier, près Brioude, et qui proviennent peut-être du même gisement, le canton de Vorey renfermant une localité appelée Rosières. Ils sont identiques et constitués par des cristaux prismatiques d'aragonite jaune-topaze mesurant 4 à 5 cm. de longueur sur un de diamètre. Ils sont enveloppés en grand nombre dans de la calcite incolore et transparente ; celle-ci remplit les fissures de l'aragonite qu'elle semble paramorphiser progressivement.

Enfin, je dois à M. Vernière un gros prisme pseudohexagonal basé, blanc opaque, mesurant 10 cm. et provenant du basalte prismé de La Roche-Bournoncle.

L'aragonite existe aussi en touffes de petites aiguilles transparentes dans quelques gisements (Le Croustet, Mont Ronzon, près le Puy).

Plateau Central. — *Cantal*. L'aragonite est très abondante dans les cavités et les fentes des basaltes et des tufs basaltiques du Cantal ; dans ces derniers, elle tapisse souvent de larges fissures avec ses sphérolites ayant plusieurs centimètres de diamètre (Monteil près Ségur, sur la route de Murat).

La forme la plus habituelle dans les cavités des basaltes consiste en cristaux bacillaires accolés, parfois transparents [environs de Trizac, Rignac en Riom-ès-Montagne, Saint-Projet (avec sidérite), Thiézac, etc.], généralement dépourvus de pointements distincts.



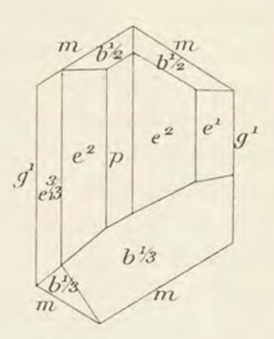


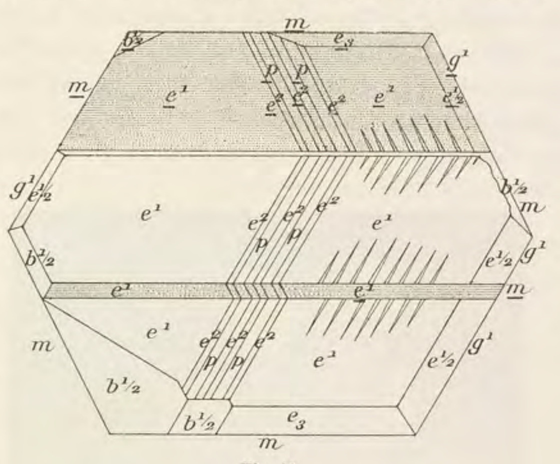
Fig. 37 et 38.
Aragonite du tunnel de Mallet. (Projection sur la base.)

Lors du percement du tunnel de Mallet à Talizat, un puits de sondage a été exécuté en pleine Planèze, sur une profondeur de 70 mètres, il n'a rencontré que du basalte. Il en a été retiré une quantité considérable de magnifiques échantillons d'aragonite, accompagnée de calcite en mamelons cristallins.

Fig. 39.
Aragonite du tunnel de Mallet. Macle binaire. (Projection sur la base.)

L'aragonite se présentait d'ordinaire en grosses baguettes bacillaires de plusieurs centimètres, mais on y a aussi rencontré des géodes de petits cristaux parfaitement limpides et riches en faces. Ils sont généralement aplatis, tantôt parallèlement à g^1 (010), et tantôt suivant une face *m* (110), les macles suivant *m* sont fréquentes, tantôt binaires (fig. 39), tantôt polysynthétiques (fig. 40). Ces cristaux ont été étudiés par M. Gonnard, sous le nom d'aragonite du tunnel de Neussargues (*B.S.M.* XIV,

183. 1891. et XVI 10.1893). Les figures 37 à 40 sont empruntées à son mémoire ; elles représentent les principales combinaisons constituées par les formes suivantes : m (110), g^1 (010), p (001), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{7/24}$ (0.24.7), $e^{3/13}$ (0.13.3), $e^{1/3}$ (031), b^2 (114), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ (332), e_3 (121). Cette aragonite est quelquefois recouverte de petits rhomboèdres de sidérite. Ces cristaux d'aragonite sont, avec ceux de Framont, les plus riches en forme de ceux étudiés dans ce livre.


Fig. 40.
Aragonite du tunnel de Mallet. Macle polysynthétique.
(Projection sur la base.)

Dans le basalte de la cascade de Sailhans près Saint-Flour, se rencontre de l'aragonite concrétionnée, à fibres très serrées, englobant de la barytine blanche laminaire.

Puy-de-Dôme. L'aragonite est abondante dans les cavités des basaltes du Puy-de-Dôme, mais elle ne s'y présente que rarement [Puy de Marman, avec calcite jaune-citron concrétionnée fibreuse, Montaudou (cristaux implantés sur rhomboèdrees b^1 de calcite)], sous la forme de gros cristaux semblables à ceux du Cantal et de la Haute-Loire ; elle y forme le plus souvent de petites masses aciculaires, qui ont été prises souvent pour de la mésotype ; les formes en sont généralement indéterminables. On peut citer notamment les gisements suivants : Parentignat, Puy de Marman (avec mésotype), les Côtes et Chanturgues (avec christianite), le cap de Prudelles (avec christianite, apophyllite, calcite), les environs de Murols au voisinage du lac Chambon, le puy de Louchadières (dans labradorite), Gergovia (en aiguilles et en masses fibreuses concrétionnées) ; l'aragonite de ce dernier gisement est très anciennement connue, elle a été

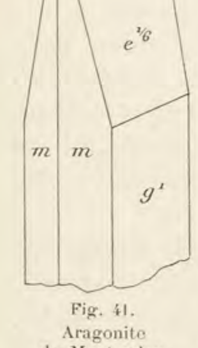


Fig. 41.
Aragonite de Montaudou.

observée par Pasumot en 1776 (*in* Faujas de Saint-Fond. *Rech. sur les volcans éteints*, 1778, p. 211), qui la cite aussi à Volvic.

On a vu page 683 que les pépérites[1] de la Limagne sont fréquemment traversées par des veinules d'aragonite fibreuse. Exceptionnellement, on trouve à Montaudou soit dans les pépérites, soit dans le basalte, d'assez beaux cristaux drusiques atteignant généralement 4 cm. Ils sont généralement dépourvus de pointements déterminables par suite de leur enchevêtrement ; tantôt m et g^1 sont également développés et tantôt cette dernière forme domine. J'ai trouvé cependant quelques cristaux plus distincts, terminés par des facettes e^1 très brillantes, mais petites et des faces $e^{1/6}$ (061), larges (fig. 41) mais ondulées, oscillant à la fois vers $e^{1/7}$ (071) et $e^{1/5}$ (051).

Fig. 42.
Rosette de cristaux aciculaires d'aragonite de Saint-Denis (*Réunion*). (*Photographie un peu réduite.*)

Réunion. — L'aragonite est très abondante dans les basaltes de la Réunion. La forme la plus fréquente paraît être la variété aciculaire, qui forme quelquefois des rosettes d'aiguilles transparentes (m g^1 e^1 $e^{1/2}$ e_3), dont la figure 42 représente un exemplaire provenant des environs de Saint-Denis. Des échantillons analogues ont été trouvés dans la rivière des Remparts, dans celle des Avirons.

La collection du Muséum renferme une grosse macle hexagonale basée (10 cm. × 5 cm.), blanche, opaque, très roulée, provenant de la rivière du Mat : elle a été rapportée en 1838 par l'expédition de la Bonite.

1. Lucas a signalé (*Tabl. méthod. esp. minér.*, 1813, p. 3) l'existence d'aragonite semblable à celle de Vertaizon, dans une brèche basaltique à 2 km. de Tulle (*Corrèze*) sur la route de Brive-la-Gaillarde. Il y a là une méprise de gisement, aucun basalte ne se trouvant dans cette région.

J'ai examiné enfin un échantillon d'aragonite bacillaire blanche provenant de la même rivière ; il est en voie de paramorphose en calcite de même couleur.

b) *Dans les andésites.*

L'aragonite est incomparablement plus rare dans les andésites françaises que dans les basaltes, bien que ces roches renferment souvent des cristaux de calcite. Je n'ai du reste à signaler qu'un seul gisement intéressant dans cette catégorie de roches.

Plateau central. — *Cantal.* Une ancienne carrière ouverte au voisinage de la gare du Lioran m'a fourni, en outre des nombreuses enclaves énallogènes que j'ai décrites, il y a quelques années, des masses bacillaires d'une aragonite, possédant une jolie teinte rosée ; je n'y ai pas trouvé de cristaux à faces déterminables.

Des paramorphoses d'aragonite en calcite ont été signalées non loin de ce gisement par Des Cloizeaux (*op. cit.* II, 96), dans la brèche andésitique, entre Thiézac et Vic-sur-Cère.

WITHÉRITE

$BaCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°48'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 625,273.$ $D = 856,267.$ $d = 516,533.$

$[a : b : c = 0,6032 : 1 : 0,7302.]$

Macles. Comme l'aragonite.

Faciès. La withérite présente d'une façon constante les macles suivant m (110) répétées, conduisant à des pyramides pseudohexagonales, basées ou non. Ce minéral est aussi connu en masses tuberculeuses, botroydales, et enfin en masses columnaires ou bacillaires ; c'est sous cette dernière forme qu'il se rencontre dans l'unique gisement décrit plus loin.

Clivages. Clivages g^1 (010) distincts, très visibles dans les masses fibreuses, traces suivant m (110) et $e^{1/2}$ (021). Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3, 5.

Densité. 4,29 à 4,35. 4,277 (Damour).

Coloration et éclat. Couleur blanche, souvent jaunâtre, grise. Éclat vitreux passant au résineux dans la cassure. Poussière blanche. Transparente, plus souvent translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèles à g^1 (001), bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p. Dispersion très faible, $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_g = 1,677 \text{ (Mallard)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1,676$$
$$\mathbf{n}_p = 1,529$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,148$$
$$2E = 26°24' \text{ et } 2V = 15°41'$$

Composition chimique. La formule $BaCO^3$ correspond à la composition suivante :

CO^2	22,3
BaO	77,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un émail blanc à réaction alcaline. Sur le charbon, avec le carbonate de sodium, fond, puis est absorbé par le charbon. Soluble avec effervescence dans l'acide chlorhydrique ; si l'acide est concentré, il se dépose du $BaCl^2$, se dissolvant par addition d'eau ; la liqueur donne les réactions du baryum avec l'acide sulfurique. Humectée d'acide chlorhydrique, colore la flamme du chalumeau en vert livide. La recherche des traces de strontium peut être faite au spectroscope par le procédé de Gramont.

Altérations. La withérite se transforme parfois en barytine.

Diagnostic. La withérite se distingue aisément de l'aragonite et des autres carbonates blancs fibreux par sa densité élevée et par la coloration qu'elle donne à la flamme.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Cantal*. La withérite a été signalée par Baudin (*Ann. d'Auvergne*. XVI. 1842), dans le filon de galène du château de Thinières en Beaulieu. L'épaisseur de ce filon, encaissé dans le granite, varie de quelques décimètres à deux mètres de puissance. Il est essentiellement constitué par de la barytine lamellaire, au milieu de laquelle la withérite forme de petites masses associées à du quartz,

de la sidérite. Baudin rapporte qu'en 1842, on a extrait quelques centaines de kilogrammes de ce minéral, avec lesquels ont été faits à Clermont des essais pour la fabrication du cristal et des sels de baryum.

L'échantillon de cette withérite que j'ai étudié est constitué par une masse fibrolamellaire jaunâtre, translucide sous une faible épaisseur, offrant la plus grande analogie avec la withérite du Northumberland ; l'extrémité des fibres, qui mesurent 6 centimètres de longueur, supporte de la barytine.

Les travaux de Thinières ont été abandonnés depuis longtemps. Les recherches que j'ai fait faire sur les haldes de l'ancienne exploitation n'ont fourni que de la barytine.

Haute-Loire. Dorlhac a signalé (*Etud. sur filons baryt. et plomb. envir. Brioude*. 1862. 148) de petites veines de barytine et de withérite (avec barytocalcite) dans le houiller de Lamothe (dans une galerie : 200 m. de profondeur) et dans quelques filons de barytine des environs de Brioude (notamment dans ceux d'Aurouze).

STRONTIANITE

$SrCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°18'$.

$b : h = 1000 : 618{,}251$. D $= 854{,}08$. $d = 520{,}14$ (Dx).

[$a : b : c = 0{,}60901 : 1 : 0{,}72388$.]

Macles. Mêmes macles que dans l'aragonite. Comme dans les variétés aciculaires de celle-ci, ces macles se produisent généralement par répétition suivant une même face m (110).

Faciès. La strontianite présente une grande analogie avec l'aragonite aciculaire ; ses aiguilles sont terminées fréquemment par une pyramide et un brachydôme très aigu, souvent indéterminable ; elle forme aussi des masses fibreuses, concrétionnées ou grenues.

Clivages. Clivages m (110) presque parfaits, assez faciles suivant $e^{1/2}$ (021) ; traces suivant g^1. Cassure inégale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3,68 à 3,71.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, vert-asperge ou vert-pomme. Poussière blanche.

Éclat vitreux passant au résineux dans la cassure. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèles à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n_p}$) normale à p (001). Dispersion faible $\rho < v$.

$\mathbf{n_g}$ = 1,666 (Na) (Buchrucker)
$\mathbf{n_m}$ = 1,664
$\mathbf{n_p}$ = 1,515
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p}$ = 0,151
2E = 10°36′ et 2V = 6°22′.

Composition chimique. — La formule $SrCO^3$ correspond à la composition centésimale suivante, dans laquelle une petite quantité de strontium est quelquefois remplacée par du calcium.

CO^2	29,9
SrO	70,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, gonfle, devient incandescente et colore la flamme en rouge pourpre, en laissant une masse alcaline, blanche, difficilement fusible.

Soluble avec effervescence dans les acides. Le résultat de l'attaque par l'acide azotique, évaporé à sec et humecté d'alcool, colore la flamme de celui-ci en rouge pourpre. La solution précipite par l'acide sulfurique.

Altérations. La strontianite se rencontre transformée en célestite.

Diagnostic. La strontianite se distingue de la withérite et de l'aragonite par sa densité et par les réactions pyrognostiques dues au strontium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La strontianite se rencontre surtout dans des gisements métallifères.

Tunisie. — M. Termier m'a communiqué des échantillons de strontianite, provenant des fissures des calcaires éocènes de Sidi-bou-Krime, qui recouvrent les argiles minéralisées (en blende et galène) du trias. Ils consistent en groupements aciculaires terminés par des pointements indéterminables et en masses fibreuses; ils sont intimement associés à de la célestite.

Gisements inexactement signalés.

La strontianite a été signalée dans les gisements suivants, que je considère comme n'ayant pas d'existence réelle.

Bassin de Paris.. — *Seine*. M. Jannettaz a décrit (*B. S. G.* XXIX 41. 1871) un carbonate de calcium et de strontium, qui renfermerait 20 °/₀ de carbonate de strontium et formerait de petits lits dans les argiles montiennes, supportant l'argile plastique sparnacienne du Parc d'Issy près Paris ; depuis cette observation, ces marnes sont parfois appelées marnes strontianifères. Il résulte d'essais nombreux faits sur les échantillons originaux de la collection du Muséum que ceux-ci ne contiennent pas de strontium. M. de Gramont a bien voulu y rechercher cette substance à l'aide de son délicat procédé spectroscopique et n'a également obtenu que des résultats négatifs. Peut-être cette méprise peut-elle s'expliquer par la présence d'un peu de célestite dans des échantillons jadis analysés par M. Jannettaz ? Ce minéral a été rencontré en effet à de nombreux niveaux du crétacé et du tertiaire parisien et notamment dans le montien.

Blum a signalé (*Pseudom.* I. 315. 1843), d'après Beudant, l'existence à Montmartre de pseudomorphoses de gypse en strontianite ; dans le passage cité de Beudant (*Tr. Minér.* II. 1832. 464), on constate qu'il y est question non de strontianite, mais de célestite.

Plateau central. — C'est certainement une semblable confusion de nom qui a dû faire signaler des filons de strontianite dans le *Gard*, l'*Ardèche* et la *Lozère*, sans indication précise (Fuchs et de Launay, *Traité gîtes minéraux*. I. 585, 1893).

CÉRUSITE

$PbCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°14'$

$b : h : = 1000 : 617,166$. $D = 853,626$. $d = 520,885$.

[$a : b : c = 0,60997 : 1 : 0,72300$. Kokscharoff.]

Formes observées. — p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), g^4 (350) ; a^2 (102), $a^{2/3}$ (302), $a^{1/2}$ (201) ;

e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{1/4}$ (041), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/7}$ (071) ;

b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ;

$a_3 = (b^1\, b^{1/3}\, h^1)$ (211) ; $e_3 = (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $e_{1/2} = (b^1\, b^{1/2} g^{1/2})$ (134) ;

$\varphi = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^1)$ (131) ; $e_4 = (b^1\, b^{1/4}\, g^1)$ (352).

Macles [1]. 1° Macle très fréquente suivant m (110), se produisant soit par accolement, soit par pénétration : cette macle est souvent polysynthétique.

Elle donne parfois des groupements pseudohexagonaux d'un petit nombre d'individus rappelant ceux de l'aragonite de Bilin (fig. 2, 6, 10 à 13) ; lorsque la macle se fait suivant des faces m non parallèles, le groupement prend la forme de roue ou d'éventail très caractéristique, par suite de la grande importance des angles rentrants ; les édifices fermés dans le genre de l'argonite des Landes sont beaucoup plus rares. Les faces g^1 $\underline{g}^1$ font entre elles un angle de 117°13′.

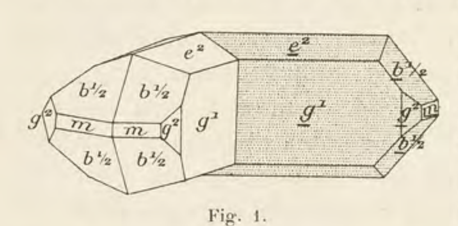


Fig. 1.
Cérusite.
Macle suivant m de cristaux du type III [2].

2° Macle suivant g^2 (130), souvent binaire, donnant alors un assemblage en forme de cœur à pointe aiguë (fig. 3). Les faces g^1 $\underline{g}^1$ font entre elles un angle de 57°18′.

Ces diverses macles constituent souvent des groupements réticulés d'une grande élégance (fig. 40 et 41).

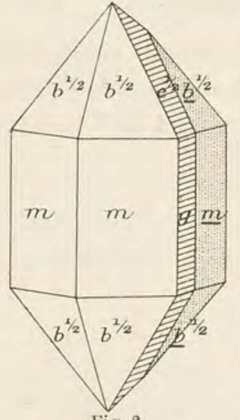


Fig. 2.
Cérusite. Macle suivant m polysynthétique de cristaux du type I.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux de Pontgibaud (G), de la Pacaudière (G′) ; par M. Miers, sur ceux de la Croix-aux-Mines (M) ou par moi-même (Lx) sur la cérusite de la Nouvelle-Calédonie, du Djebel Ressas, du Congo.

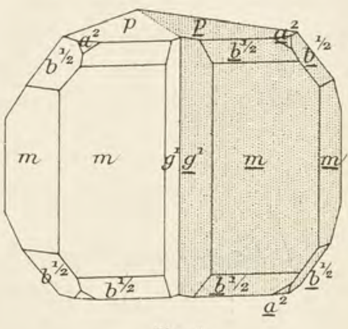


Fig. 3.
Cérusite. Macle suivant g^2 (130).

1. Les anciens auteurs français (Lévy, Dufrénoy, Delafosse) ont pris un axe vertical d'une longueur différente ; leur $a^4 = a^2$ adopté ici, leur $e^1 = e^{1/2}$, leur $b^1 = b^{1/2}$, etc.

2. Les figures 1 à 9 et les figures 22 et 34 représentent des combinaisons communes en général et dans les gisements français en particulier ; elles sont empruntées à la monographie de la cérusite de Monteponi de M. Artini.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
* mm	117°14′	117° 9′(G′) 12′ à 21′ (G)
mh^1	148°37′	148°27′ à 37′(G′)35′(Lx)
mg^4	165°55′	
mg^2	105° 2′	150° 4′ (G′)
mg^1	121°23′	
g^2g^1	151°21′	151°16′à 22′(G′) 22′(Lx)
g^2h^1	118°59′	118°24′ (G′), 35′ (G)
g^2g^2 s. h^1	57°18′	
pa^4	163°30′	
a^4a^4 s. h^1	33° 0′	
pa^2	149°21′	149°19′ (Lx)
a^2a^2 s. h^1	61°18′	
pa^1	130° 9′	130° 7′ (Lx)
a^1a^1 s. h^1	99°42′	
$pa^{2/3}$	119°22′	
$a^{2/3}a^{2/3}$	121°27′	120°50′ (Lx)
$h^1a^{2/3}$	150°39′	150°36′ (Lx)
$a^{2/3}a^2$	150° 1′	150° 4′ (Lx)
$pa^{1/2}$	157° 8′	
$a^{1/2}a^{1/2}$ s. h^1	134°15′	
pe^2	160° 8′	160° 5′ (Lx)
e^2e^2 s. p.	140°16′	140°13′ (G′), 15′ (Lx)
e^2g^1	109°53′	109°54′ (G′), 55′ (Lx)
pe^1	144° 8′	144°10′ (Lx)
e^1e^1 s. p	108°16′	108°17′ (G′)
e^1g^1	125°52′	125°55′ (G′), 51′ (Lx)
$pe^{1/2}$	124°40′	124°37′ (Lx)
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. p	69°20′	69°18′
$e^{1/2}g^1$	145°20′	145°20′ (G), 18′ (Lx)
$pe^{1/3}$	114°45′	
$e^{1/3}e^{1/3}$ s. p	49°30′	
$e^{1/3}g^1$	115°15′	155°12′ (Lx)
$pe^{1/4}$	109° 5′	
$e^{1/4}e^{1/4}$ s. p	38°10′	
$e^{1/4}g^1$	160°55′	
$pe^{1/5}$	105°28′	105°25′ (Lx)
$e^{1/5}e^{1/5}$ s. p	30°56′	
$e^{1/5}g^1$	164°32′	
$pe^{1/7}$	101°11′	
$e^{1/7}e^{1/7}$	157°40′	
$e^{1/7}g^1$	168°50′	168°49′ (Lx)
pb^2	160°52′	
b^2b^2 s. m	38°16′	
$pb^{3/2}$	155°10′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$b^{3/2}b^{3/2}$	49°40′	
pb^1	145°14′	
b^1m	124°46′	124°42 (Lx)
b^1b^1 s. m	69°32′	
$pb^{1/2}$	125°46′	
* $b^{1/2}m$	144°14′	144°19′ (G), 10′ (Lx)
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. m	108°28′	108°15′
a_3a_3 s. p	43°58′	
e_4e_4 s. p	43° 3′	
e_3e_3 s. p	56°18′	
$e_{1/2}e_{1/2}$ s. p	116°35′	
$\varphi\varphi$ s. p	44° 3′	
h^1e_3	123°59′	
$h^1e^{1/2}$	90°	
e^3e^3 s. $e^{1/2}$	112° 2′	
h^1a_3	152°30′	
$h^1b^{1/2}$	133°51′	133°39′ (G′)
h^1e^1	90°	
a_3a_3 côté	55° 0′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. e^1	92°18′	92°17′ (Lx)
$a_3b^{1/2}$	161°21′	
$h^1e_{1/2}$	103°10′	103°32′ (M)
h^1b^1	119° 8′	
h^1e^1	90°	
b^1b^1 s. e^2	121°44′	
b^1e^2	150°52′	151° 8′ (Lx)
$h^1b^{3/2}$	111° 1′	
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	137°58′	
h^1b^2	106°15′	
b^2b^2 côté	147°30′	
g^1a^3	105°42′	
a_3a_3 av.	148°36′	
g^1e^3	133° 0′	132°53′ (G′), 58′ (Lx)
$g^1b^{1/2}$	115° 0′	114°51′ (G′), 59° (Lx)
g^1a^1	90°	
e_3e_3 av.	94° 0′	94° 6′ (G′), 4′ (Lx)
$b^{/2}b^{1/2}$ av.	130° 0′	129°55′(G et G′),130°(Lx)
$b^{1/2}a^1$	155° 0′	155°2′ (Lx)
$e^3\ b^{1/2}$	162° 0′	161°56′ (G′) 162°1′ (Lx)
g^1b^1	107°16′	
a^2g^1	90°	
b^1a^2	162°44′	162°42′ (G′)
$b^1\ b^1$ s. a^1	145°28′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 b^{3/2}$	102°38′	
$b^{3/2} b^{3/2}$ s. a^3	154°44′	
$g^1 e_{1/2}$	117°28′	117° 5′
$g^1 b^2$	99°50′	
$b^2 b^2$ av.	160°20′	
$m e^{1/3}$ adj.	118°13′	
$m b^{1/2}$	111°48′	
$m e^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	64°38′	
$b^{1/2} e^{1/2}$	132°50′	132°57′ (G)
$m a_3$ adj.	153°55′	
$m b^1$ s. a_3	105° 8′	
$m e^1$ s. b^1	72°14′	
$m e_3$ adj.	146°20′	
$m e^1$ adj.	107°46′	
$e^1 b^1$ adj.	147° 6′	
$m e^{3/2}$ adj.	103° 4′	
$m a^2$ adj.	115°48′	
$a^2 e^2$ adj.	144° 0′	143°57′ à 144°10′ (G′)
$m b^2$ s. a^2	98°38′	
$m e^2$ s. b^2	79°48′	
$b^{1/2} g^2$	134°40′	
$e_4 g^2$	153°29′	152°30′ (M)
$e_4 b^{1/2}$	161°11′	
$g^2 e_3$	150° 3′	149°55′ (G′)
$g^2 b^1$ s. e_3	119°36′	119°43′ (G′)
$g^2 e^1$ adj.	120°36′	
$e_3 g^2$	149°33′	149°45′ (G′)
$a^2 b^{1/2}$	148°52′	148°50′ (G′)
$a^2 e^1$	134°12′	134°13′ (G′)
$b^{1/2} e_2$	133°53′	133°43′ (G)

macle suivant m

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 m$	175°50′	
$h^1 \overline{m}$	94° 9′	94°4 ′
$h^1 \overline{g^1}$	152°31′	152°44′
$m \overline{m}$	125°33′	125°25′
$g^1 \overline{g^1}$	117°13′	117°17′
$e^2 \overline{e^2}$	159°36′	159°32′
$e^{1/2} \overline{b^{1/2}}$	176°27′	176°35′
$b^{1/2} \overline{b^{1/2}}$	136°26′	136°29′

macle suivant g^2

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$m \overline{m}$	174°32′	
$g^1 \overline{g^1}$	57°18′	
$m \overline{g^1}$	178°40′	
$h^1 \overline{g^2}$	175°57′	
$e^1 \overline{e^1}$	118° 7′	
$b^{1/2} b^{1/2}$	175°34′	

Formes et faciès. Les cristaux sont variés de forme et peuvent être

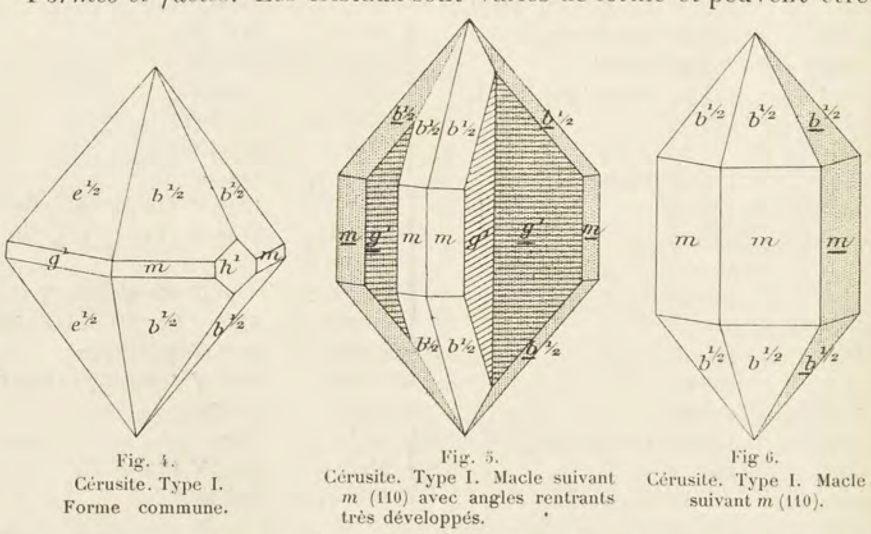


Fig. 4. Cérusite. Type I. Forme commune.

Fig. 5. Cérusite. Type I. Macle suivant m (110) avec angles rentrants très développés.

Fig 6. Cérusite. Type I. Macle suivant m (110).

rapportés aux trois types suivants, entre lesquels d'ailleurs on observe tous les passages possibles.

Type I. Prédominance de $b^{1/2}$ (111) et de $e^{1/2}$ (021), présentant généralement un égal développement; ces formes sont souvent associées à m et à g^1 (fig. 4). Les cristaux ressemblent à ceux de quartz, qu'ils soient réduits à une double pyramide, ou qu'ils soient allongés suivant

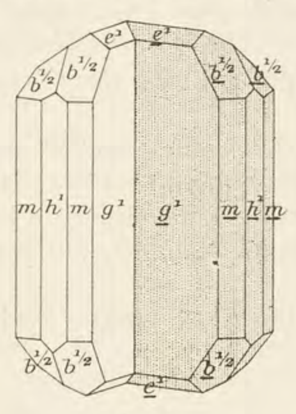


Fig. 7.
Cérusite. Type II. Macle suivant m (110).

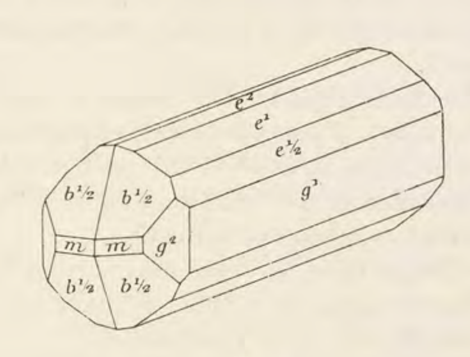


Fig. 8.
Cérusite. Type III.

l'axe vertical, quand les faces prismatiques prédominent. Les macles suivant m sont fréquentes ; elles conduisent aussi à un type à faciès quartzoïde (fig. 6), quand les cristaux élémentaires présentent $b^{1/2}$ comme formes prédominantes.

Type II. Cristaux allongés suivant l'axe vertical. On peut distinguer deux variétés de ce type, suivant que les cristaux sont ou ne sont pas aplatis suivant g^1 (fig. 27) ; dans le premier cas, les macles en roue suivant m sont extrêmement fréquentes (fig. 7) ; dans le second, les macles prennent plutôt l'apparence de celles de l'aragonite de Bilin.

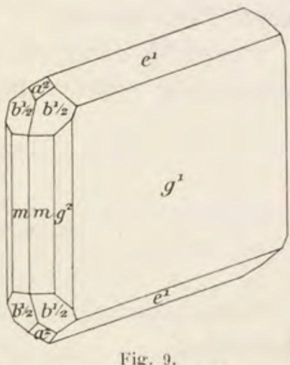


Fig. 9.
Cérusite. Type III.

Type III. Cristaux allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (fig. 8); ils sont, eux aussi, souvent aplatis suivant g^1 (fig. 9); quand cette face est peu développée ou n'existe pas (fig. 35), ce sont des dômes de symboles variés qui donnent leur physionomie aux cristaux. Les macles binaires ou polysynthétiques suivant m sont très fréquentes dans ce type.

Les cristaux des types II et III présentent des apparences très variées, suivant que ce sont les faces m ou $b^{1/2}$ qui prédominent.

Les deux macles m et g^2 se réunissent souvent pour former des assemblages réticulés.

Dans les gisements, qui vont être étudiés plus loin, lorsqu'on observe deux générations de cristaux ayant des formes différentes, ceux des types II et III sont généralement plus récents que ceux du type I.

Les faces g^1 (010) et les dômes e^x sont striés parallèlement à l'arête de zone pg^1 ; g^1 porte en outre quelquefois de fines stries parallèles à l'axe vertical. Les faces $b^{1/2}$ (111) sont parfois striées parallèlement à leur intersection avec $e^{1/2}$ (021) ou avec m (110). Enfin, les faces p (001) sont souvent rugueuses ou arrondies.

Clivage. Clivages assez nets suivant m (110) et $e^{1/2}$ (021) ; à peine indiqués suivant g^1 (010) et e^2 (012).

Dureté. 3 à 3. 5. Très fragile.

Densité. 6, 57.

Coloration et éclat. Blanche, grise, gris noir, noire, plus rarement teintée en bleu ou en vert par de l'oxyde de cuivre. Poussière incolore.

Éclat adamantin ou résineux, métallique dans les cristaux noirs. Transparente à translucide.

Le *plomb noir* des anciens auteurs est de la cérusite, qui doit sa couleur à des sulfures de plomb et d'argent, parfois à de l'oxyde de cuivre, très divisés.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p. Forte dispersion $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_g = 2,0780. \text{ D (Schrauf)}$$
$$\mathbf{n}_m = 2,0763$$
$$\mathbf{n}_p = 1,8037$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,2743$$
$$2\,E = 17^\circ\,8' \text{ et } 2\,V = 8^\circ\,14'$$

Composition chimique. La formule $PbCO^3$ conduit à la composition suivante :

CO^2	16, 5
PbO	83, 5
	100, 0

L'*iglésiasite* est une variété zincifère La cérusite incolore n'est que

rarement argentifère ; par contre, les variétés noires ont souvent une teneur élevée en argent. Fournet a montré autrefois que celles-ci sont colorées par un sulfure, toujours plus argentifère que la galène des mêmes localités (*Ann. Auvergne*. 1832 et *Ann. Mines*. III. 522, 1833).

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite violemment, se dissocie, jaunit, puis, à haute température, devient rouge sombre, pour redevenir jaune par refroidissement.

Très facilement fusible au chalumeau : donne sur le charbon avec le feu réducteur, un globule de plomb malléable.

Soluble avec effervescence dans l'acide azotique étendu ; dans l'acide concentré, donne une masse cristalline, blanche, d'azotate soluble dans l'eau.

Altérations. La cérusite est quelquefois épigénisée en minium, en galène, en pyromorphite (voir à ce dernier minéral).

Diagnostic. La cérusite se distingue de l'anglésite, orthorhombique comme elle, par sa facile dissolution avec effervescence dans l'acide azotique, par son éclat plus adamantin, par sa très haute biréfringence, comparée à la faible biréfringence du sulfate. Ce dernier caractère permet de reconnaître immédiatement l'un de l'autre ces deux minéraux, quand ils sont associés en très petits cristaux. Le diagnostic avec la phosgénite se fait d'après la forme quadratique de ce dernier minéral et sa facile attaque par l'eau.

L'éclat adamantin et les réactions du plomb, joints à la densité, permettent aisément de distinguer la cérusite des carbonates avec lesquels elle est isomorphe.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cérusite est par excellence le minéral résultant de la décomposition de la galène ; aussi se trouve-t-elle, sans exception, aux affleurements de tous les gisements signalés dans le tome II, au cours de la description de ce sulfure.

Tantôt la cérusite épigénise la galène en donnant des masses cristallines ou compactes quelquefois terreuses, mélangées de diverses impuretés (plomb noir) — Fournet a jadis étudié (*op. cit.*) le mécanisme de cette oxydation de la galène sur le minerai boccardé accumulé sur les haldes des mines —, tantôt elle se présente en beaux cristaux dru-

siques. Je ne m'occuperai que des gisements fournissant ces derniers et encore parmi ceux-ci, suis-je obligé de faire un choix, afin de ne pas allonger outre mesure la liste des gisements.

Je considérerai la cérusite :

1° dans les gisements métallifères.

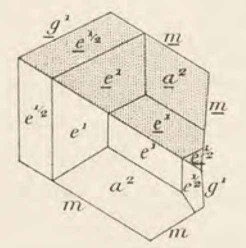
2° dans les produits d'oxydation de substances artificielles plombifères.

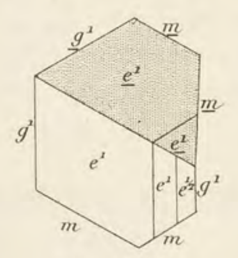
1° Dans les gisements métallifères

Je distinguerai les gisements filoniens des gîtes calaminaires, à cause des associations minéralogiques spéciales à chacun d'entre eux, mais en réalité, dans les uns comme dans les autres, la cérusite résulte des mêmes réactions.

a) *dans les filons plombifères.*

Bretagne. — *Finistère*. Les filons de Poullaouen et de Huelgoat ont été célèbres, dès la fin du XVIIIe siècle, par leurs cristaux de cérusite. Monnet a décrit (*Nouv. Syst. de Minér.* 1779, 379) une masse composée de longs prismes divergents de ce minéral et ne pesant pas moins de 10 kgs. Romé de l'Isle en a fait mention (*Cristal-*





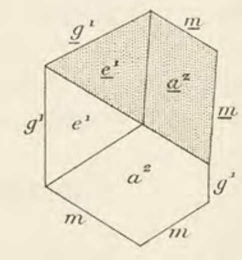


Fig. 10 à 12.
Cérusite de Poullaouen.
Projection sur la base de macles binaires suivant *m* (110).

lographie, III. 380, 1783). Depuis lors, ces gisements ont été indiqués dans tous les Traités de Minéralogie. Haüy (*op. cit.* II. 480) a cité notamment des combinaisons $m\ e^{1/2}$; $m\ g^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$; c'est d'après leurs cristaux qu'il a donné la première description de la macle suivant *m* de la cérusite.

J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux provenant de

vieilles collections. Ceux de Poullaouen sont bruns, ils atteignent 1 cm., et appartiennent au type II ; m et g^1 sont également développés, l'allongement est faible suivant l'axe c. Ils sont terminés par a^2 (102), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021). Ils sont généralement constitués par deux ou trois individus, maclés suivant une même face m, à la façon de l'aragonite de Bilin ; les divers individus constituant ces macles n'ont pas toujours les mêmes faces terminales. Ces cristaux sont implantés sur de la galène ou de la sidérite limonitisée et offrent la plus grande analogie d'aspect avec quelques-uns de ceux de la Croix-aux-Mines.

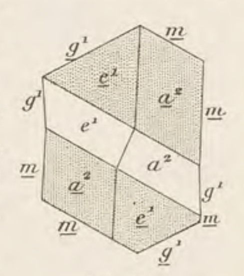


Fig. 13.
Cérusite de Poullaouen.
Projection sur la base de la macle polysynthétique suivant m.

Les cristaux de Huelgoat sont plus variés de formes. La collection du Muséum possède depuis 1840 de beaux groupes de cristaux du type I (mg^1 $b^{1/2}$, avec ou sans $e^{1/2}$) plus allongés encore suivant l'axe vertical que les figures 2, 5 et 6, (3 cm. 2 mm). Ils sont d'un blanc laiteux, très cannelés suivant l'axe vertical par suite de la multiplicité des macles répétées suivant m ; ils passent à des baguettes fibreuses. Dans certains échantillons, des groupes de semblables cristaux ont été recouverts par de la pyromorphite brune mamelonnée, puis ont disparu, laissant des cavités creuses. Ces pseudomorphoses sont recouvertes par des cristaux intacts de cérusite (voir la figure donnée à *pyromorphite*).

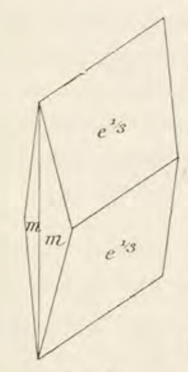


Fig. 14.
Cérusite de Huelgoat.

Il existe aussi des cristaux des types II et III, très aplatis suivant g^1 ; ils présentent la combinaison m $b^{1/2}$ (l'une ou l'autre des formes dominant), avec souvent encore $e^1 e^{1/2}$ (fig. 1, 7 et 9).

La fig. 14 est empruntée à Dufrénoy, je ne la donne que comme indication. Cet auteur a noté $e^{2/3}$ le clinodôme qui, avec la forme primitive adoptée ici, correspond à $e^{1/3}$, mais, tandis que l'angle p $e^{1/3}$ est de 114° 45′, Dufrénoy donne pour les angles calculés de cette forme avec p 116° 20′, et avec g^1 153° 40′ ; ces nombres sont voisins de ceux de la forme, non encore signalée dans la cérusite, $e^{5/14}$ (0.14. 5) ; comme aucune mesure n'est donnée je n'insiste pas ; il faut retenir seulement l'existence, à Huelgoat, d'une combinaison de m avec un clinodôme très aigu.

Il me reste à signaler de petits cristaux de cérusite du type I, maclés suivant *m*, qui présentent une coloration bleue plus ou moins intense. J'ai pu m'assurer qu'elle est due à des inclusions de chessylite : ce minéral ne se trouve pas sur l'échantillon en cristaux indépendants : il a toujours servi de support à ceux de cérusite. Il n'existe aucune relation d'orientation entre les deux carbonates.

Le filon de Saint-Maudez, près Baud, a fourni quelques beaux cristaux du type III à formes communes (fig. 9) ; ils sont d'ordinaire aplatis suivant g^1 et plus rarement ne présentent que e^1 et $e^{1/2}$ dans la zone d'allongement.

Poitou. — *Deux-Sèvres*. Les filons de galène de Melle ont donné de fort beaux cristaux de cérusite, généralement associés à de la calcite. Ils sont à rapporter soit au type I sans allongement (fig. 4 et 5), soit au type II avec macle du type des figures 10 à 13.

La collection du Muséum possède un très gros cristal isolé (3 cm, 5 × 3 cm, 5 × 3 cm, 5) de cérusite brunâtre, provenant du même gisement ; c'est une macle en cœur suivant g^2 (130), avec *m* et e^1 comme formes dominantes (type de la figure 3). Les faces g^1 et une série de dômes intermédiaires entre cette forme et e^1 sont fortement cannelés ; il existe de petites faces $b^{1/2}$.

Charente. J'ai examiné quelques cristaux de cérusite brune, engagés dans les cavités d'un mélange concrétionné de galène et de blende, provenant d'Alloue ; ils appartiennent au type pyramidal I (e^1 $b^{1/2}$ g^1) (fig. 4), avec parfois macles suivant *m* (fig. 5).

Fournet a jadis étudié (*op. cit.*) la cérusite blanche des Chéronies, exceptionnellement argentifère ; l'argent est soluble dans l'acide acétique.

Pyrénées. — *Ariège*. La cérusite s'est rencontrée autrefois dans la mine de galène de Sentein (Val de Chichoix) en assez grande abondance pour avoir pendant quelque temps constitué le principal minerai exploité. Lors d'une visite que j'ai faite à ce gisement, il y a une quinzaine d'années, j'ai retrouvé quelques restes de ces vieux échantillons. Les uns sont constitués par des aiguilles allongées suivant l'axe vertical, et maclées suivant *m* (type II), lâchement enchevêtrées ; elles atteignent plusieurs centimètres de longueur et forment des agrégats enveloppés dans une argile ferrugineuse. Les autres échantillons constituent des débris de stalactites (fig. 15), qui devaient avoir plusieurs

décimètres de longueur et qui devaient tapisser des cavités du filon ou se sont peut-être produites dans de vieilles galeries de mines (voir page 717 le gisement de Bleiberg). Elles sont constituées par des fibres, distribuées par faisceaux, qui n'ont souvent pas d'orientation régulière par rapport à la forme contournée de la pièce, mais il existe aussi des échantillons présentant une fibrosité régulière du même genre que celle caractérisant le type commun des stalactites de calcite.

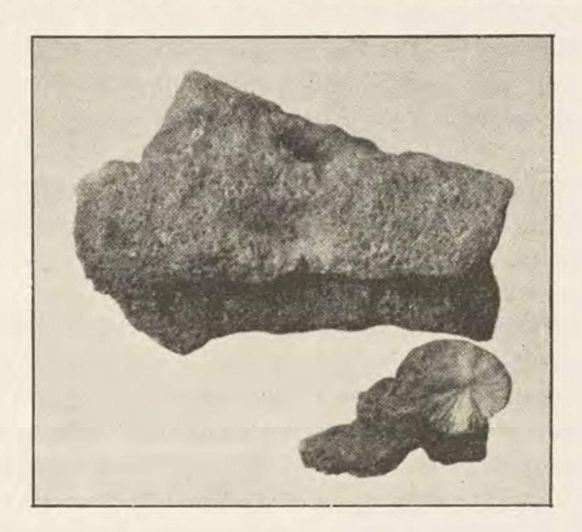


Fig. 15.
Stalactite à structure fibreuse de cérusite de Sentein.
(*Réduction d'un tiers environ.*)

La surface extérieure de ces stalactites est creusée de cavités miarolitiques, dans lesquelles on distingue des facettes cristallines.

Les mines des environs d'Aulus, celle des Argentières et surtout celle de Laquorre, ont fourni, lors de leur exploitation, une grande quantité de cérusite ; je n'ai pu trouver de cristaux mesurables dans aucune ancienne collection, mais seulement des masses bacillaires et de petits cristaux indistincts, épigénisant partiellement de gros cristaux de *lanarkite* ; ils sont associés à de très petites lames de *leadhillite*. La cérusite noire de Laquorre a été jadis étudiée par Fournet (*A. M.* II. 519, 1842).

[*Val d'Aran.*] La mine de Liat (voir à *smithsonite*) fournit de curieux échantillons de cérusite, que m'a récemment remis M. P. Jannettaz ; ils consistent en masses cristallines, formées par l'enchevêtrement de très petites aiguilles, lâchement agrégées ; ils représentent, en très petit, l'un des types décrits plus haut à Sentein, mine qui se trouve sur le versant de la frontière franco-espagnole opposé à celui de Liat.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de Saint-Sauveur-lès-Pourcils ont donné à la fin du XVIIIe siècle de fort beaux cristaux de cérusite, décrits

par Romé de l'Isle (*Cristallographie*, II, 382, 1783), mais dont je n'ai pu trouver trace dans aucune collection. Romé de l'Isle cite dans ce gisement les deux variétés du type I($b^{1/2}$ $e^{1/2}$ et $b^{1/2}$ $e^{1/2}$ m g^1), avec allongement suivant l'axe vertical.

Plateau Central. — *Ardèche.* La collection du Muséum possède une stalactite de cérusite, très analogue à celle de Sentein ; elle faisait partie de la collection de Romé de l'Isle : elle est indiquée dans le catalogue, comme provenant d'une vieille galerie de mine de Vialas « du temps des Romains ou des Sarrazins ».

Ardèche. La collection de l'École des Mines possède un échantillon étiqueté mine de Chassezac, et constitué par du quartz et de la galène supportant des cristaux de cérusite du type II, très aplatis suivant g^1 et ne présentant guère avec cette forme que m et g^1 ; les macles suivant m sont nombreuses.

Haute-Loire. La cérusite se trouve dans les cavités de la barytine des filons de galène de Mazeyrat-Aurouze ; ses cristaux, d'un jaune brunâtre, appartiennent aux types I (fig. 1 à 5) et III (fig. 9).

De mauvais cristaux de cérusite sont mélangés à la bleiniérite de la mine de la Rodde, à Ally. M. de Brun a signalé le même minéral (*Essai minér. Haute-Loire*, Le Puy, 1902, 86) dans les anciennes exploitations de Chambonnet et de Versilhac près Yssingeaux.

Aveyron. Les filons de galène des environs de Villefranche et notamment celui de la Baume, ont fourni jadis de jolis cristaux de cérusite ; ils sont souvent brunâtres, blancs ou noirs (type II peu allongés, avec groupements des types des figures 10 à 13), ou des macles en roue (fig. 7 à nombreux individus). J'ai observé des échantillons présentant les formes m, g^1, g^2, $b^{1/2}$, $e^{1/2}$, a^2, avec de très petites facettes appartenant probablement à $b^{5/4}$ (225).

Loire. La mine de la Pacaudière a donné, pendant le temps très court de son exploitation, de magnifiques cristaux de cérusite jaune de miel, atteignant jusqu'à 3 cm. Brièvement étudiés par Boissard (*Ann. Soc. Sc. ind. Lyon*, 1871), ils ont été décrits par M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 35. 1892). Ils sont associés à de la malachite, de la cuprite, de la limonite et du quartz, dans le chapeau de fer d'un filon renfermant de la galène, de la blende, de la chalcopyrite. Leurs faces sont d'ordinaire très miroitantes. Ils appartiennent au type III, avec fréquent aplatissement suivant g^1 ; la fig. 16 représente la projection sur h^1 d'un cristal présentant la combinaison m g^2 g^1 a^2 e^1 $e^{1/2}$ $b^{1/2}$,

dissymétrique par suite du développement exagéré de deux faces $e^{1/2}$ parallèles.

La fig. 17 est la projection d'un cristal plus compliqué, formé par le groupement à axes parallèles de deux individus présentant, en

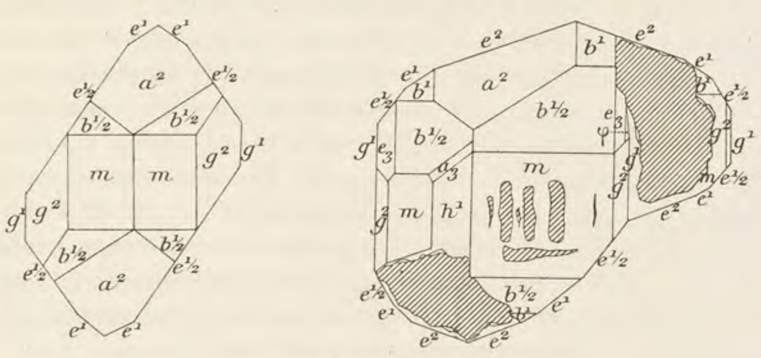


Fig. 16 et 17.
Cérusite de la Pacaudière. Projection sur h^1 (100).

outre des formes données plus haut, h^1, b^1, a_3 (211), e_3 (121) et probablement φ (131). D'autres cristaux de ce gisement montrent la forme $b^{3/2}$ (113).

Les cristaux simples dominent, mais il existe cependant quelques macles suivant m ; la fig. 18 représente l'une d'elles constituée par trois individus.

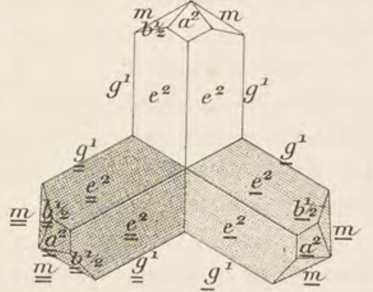


Fig. 18.
Cérusite de la Pacaudière. Macle suivant m (110).

Puy-de-Dôme. Les filons de galène de Pontgibaud, et particulièrement ceux de Roure, étaient riches en magnifiques cristaux de cérusite de forme très caractéristique. Ils sont généralement implantés sur des cristaux de galène, de bournonite ou de quartz et sont parfois associés en outre à de la blende, de la pyrite, de la sidérite, de la barytine ; ils atteignent souvent plus de 2 cm. Ils ont des aspects variés. Les plus grands sont généralement enfumés et possèdent alors un éclat superficiel, métallique. M. Gonnard a publié une étude de ces cristaux (*B. S. M.* XV. 41, 1892), dont j'ai moi-même examiné un grand nombre d'échantillons.

On peut distinguer les variétés suivantes : 1° Type I, avec faces

prismatiques peu développées et macles répétées suivant m presque constantes (fig. 4 et 5).

2° Type III, avec ou sans g^1 ; mais sans aplatissement suivant cette face. Les cristaux simples ont parfois les faces m très développées ; $b^{1/2}$ est absent ou réduit, comme dans la figure 9 ; les cristaux rappellent alors la forme de certaines barytines du Puy-de-Dôme. Dans les macles au contraire, les faces $b^{1/2}$ dominent généralement sur m, comme la figure 8. La fig. 19 est la projection sur h^1 donnée par M. Gonnard d'un cristal présentant la combinaison $e^{1/2}$ $b^{1/2}$ e^2 m h^1 ; il est très dissymétrique par suite du développement de deux faces $e^{1/2}$ parallèles ; cette déformation est fréquente dans les cristaux de ce type sur lesquels on observe souvent aussi a^2 et g^2.

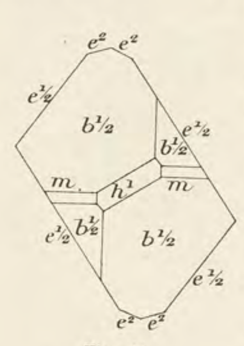
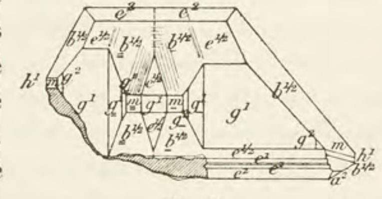


Fig. 19.
Cérusite de Roure.
Projection sur h^1 (100).

A Roure, la face h^1 est généralement petite et terne ; exceptionnellement, elle prend un grand développement dans la combinaison h^1 g^1 e^2 $e^{1/2}$.

Les cristaux maclés de ce type, que la macle soit binaire ou répétée en roue, présentent une particularité fréquente dans la cérusite. Les faces $e^{1/2}$ disparaissent du côté de l'angle rentrant de la macle, alors que g^1 ne s'observe pas du côté opposé du cristal. La figure 20 représente une macle dessinée par M. Gonnard.


Fig. 20.
Macle de la cérusite de Roure.
Projection sur g^1 (010).

Il me reste enfin à signaler des cristaux ayant le même aspect et la même couleur que les précédents, mais appartenant au type II, avec macle ayant le faciès des figures 10 à 13.

En outre de ces cristaux enfumés, il en existe d'autres, qui sont blancs.

La collection du Muséum possède un échantillon de quartz imprégné de limonite sur lequel sont distribués en grand nombre des cristaux du type I, très allongés suivant l'axe vertical, très maclés suivant m et possédant un éclat soyeux extrêmement vif.

Enfin, on rencontre encore à Roure des cristaux blancs appartenant au type III, avec très grand aplatissement suivant g^1 ; ils présentent

les formes m, e^2, $e^{1/2}$; ils sont généralement de petite taille, et quelquefois associés à ceux du type précédent ; ils sont alors de formation plus récente.

La collection du Muséum renferme un échantillon, dont les cristaux semblablement aplatis suivant g^1, appartiennent au type II ; ils mesurent 3 cm. suivant l'axe vertical ; les macles m sont répétées. Par leur blancheur et leur opacité, ils tranchent sur la couleur enfumée des cristaux plus anciens qui les accompagnent.

Les mines de Roure ont fourni aussi des pseudomorphoses de cérusite en pyromorphite ; ce dernier minéral forme, à la surface du carbonate, un enduit très mince ou limite un vide ayant la forme de la cérusite, quand celle-ci a disparu ; l'intérieur de ces cavités est parfois tapissé de pyromorphite mamelonnée. J'ai vu des échantillons de ce genre associés à des octaèdres de galène, eux-mêmes transformés en cérusite, dont la formation est postérieure à la pseudomorphose en phosphate.

Corrèze. A Chabrignac, j'ai observé de petits cristaux du type II, un peu aplatis suivant g^1 avec m, g^2, e^1, $e^{1/2}$, ils sont souvent maclés suivant m.

Rhône. La cérusite a été rencontrée en certaine abondance dans

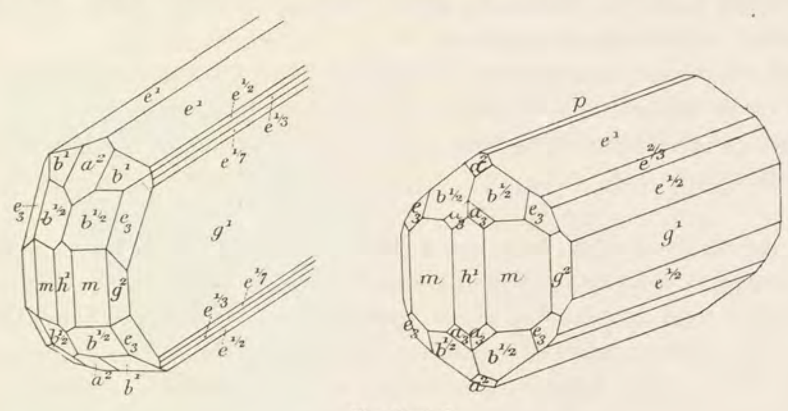


Fig. 21 et 22.
Cérusite de Montchonay.

les anciennes exploitations des environs de Beaujeu, notamment aux Ardillats (en particulier à la mine de Montchonay), à Chenelette (mines de la Douze, de la Nuissière), à Monsols, à Propières, à Longefay en Poule, etc. Elle s'y est présentée en beaux cristaux, à surface noire métallique éclatante ou en cristaux incolores, associés à la pyro-

morphite, à la wulfénite, etc. Ils appartiennent aux types II ou III (fig. 21), souvent peu ou pas aplatis. J'ai observé les formes m, g^1, h^1, g^2, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/3}$ (031), $e^{1/7}$ (071), b^2 (112) b^1, $b^{1/2}$, a^2, a^3 et e_3 : la figure 22 représente une combinaison signalée par M. Artini à Monteponi et semblable à l'une de celle qui existe à Montchonay.



Fig 3.
Groupement en roue de cristaux de cérusite (type III) de Montchonay. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

La fig. 23, reproduit la photographie d'un groupement en roue suivant m, provenant de Montchonay et accompagnant des cristaux de wulfénite. Les cristaux élémentaires, très allongés suivant l'axe a, sont également développés suivant les axes b et c.

Enfin, j'ai recueilli aussi dans les mêmes gisements, de grosses masses cristallines uniquement constituées par de la cérusite, dans lesquelles se trouvent des géodes tapissées par des cristaux très maclés du type I (fig. 5) ; ils sont associés à des cristaux de chessylite.

D'après Lamy (*in* Gonnard, *Minér. Rhône et Loire.* 1906, 81), la cérusite de Montchonay renferme 0 gr. 15 d'argent au kg.

Des cristaux de cérusite ont été trouvés aussi à Sainte-Foy-l'Argentière, avec malachite, à Chasselay, à Valsonne, etc.

Saône-et-Loire. Cristaux nets, mais petits, du type III à Saint-Prix-sous-Beuvray.

Vosges. — *Vosges.* Les anciennes mines de La Croix-aux-Mines ont fourni, à la fin du XVIIIe et au commencement du XIXe siècle, d'admirables cristaux de cérusite et de pyromorphite, cités par Haüy ; sa collection conservée au Muséum en renferme de beaux spécimens. Il existe deux types distincts : le premier est réalisé par des cristaux, qui atteignent 2 cm. de plus grande dimension, et sont implantés sur de la galène, recouvrant elle-même une roche gneissique altérée ; ils sont associés à de la sidérite, plus ou moins limonitisée. Leur couleur est d'un jaune légèrement verdâtre ; ils appartiennent au type II, mais avec faible allongement suivant l'axe vertical (type des figures 10 à 13). Haüy a cité la combinaison $m\ g^1\ e^1\ a^2$, avec quelquefois $e^{1/2}$; Lévy a figuré les combinaisons $m\ g^1\ b^{1/2}\ e^{1/2}\ a^{1/2}$ et $m\ g^1\ h^1\ e^{1/2}\ e^2\ a^2$.

Les cristaux de la seconde variété sont plus petits et aplatis suivant g^1 ; ils appartiennent au type III, mais ne sont souvent que peu allongés suivant l'axe a ; ils présentent les mêmes formes que ceux du type précédent ; ils sont engagés dans de la limonite. Ce sont eux surtout qu'a figurés Carrière (*Ann. Soc. Émul. Vosges*. VII. 1851) : ils sont quelquefois entièrement noirs (collection du Muséum).

M. Miers a décrit (*Z. K.* VI. 599. 1881) d'intéressants cristaux de ce genre, qui sont très aplatis suivant g^1 ; ils présentent les nombreuses formes suivantes : g^1, h^1, m, g^2, a^2, e^2, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/4}$, b^1, $b^{1/2}$, a_3 (211) (fig. 24). La fig. 25 représente la projection sur h^1 d'un autre cristal, d'aspect dissymétrique, présentant les formes h^1, g^1, g^2, m, e^2, $e^{1/2}$, a^2, b^2, b^1, $b^{1/2}$, $\psi = e_{1/2}$ (134), a_3 (211), $\eta = e_4$ (352).

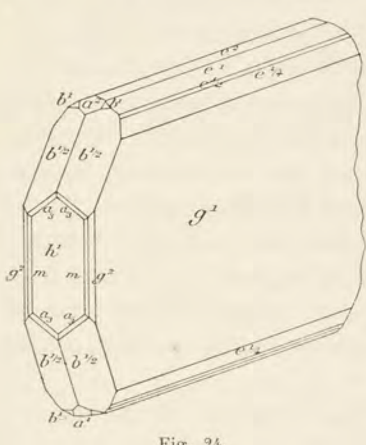


Fig. 24.
Cérusite de la Croix-aux-Mines (Type III).

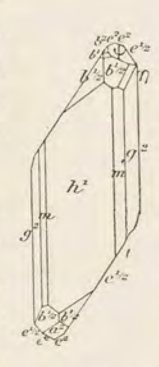


Fig. 25.
Cérusite de la Croix-aux-Mines. Projection sur h^1 (100).

Enfin je citerai quelques cristaux maclés suivant m, un peu allongés suivant l'axe vertical et dans lesquels le grand développement de $b^{1/2}$ conduit à un passage au type I (fig. 26).

Le même gisement a fourni des cristaux aciculaires, des masses bacillaires et des masses noires cristallines de cérusite.



Fig. 26.
Cérusite de la Croix-aux-Mines. Macle en roue suivant m (110). (*Photographie légèrement réduite.*)

Petites aiguilles dans les fentes de l'arkose à Rememont en Entre-Deux-Eaux, près Saint-Dié.

Belfort. M. Ungemach m'a signalé l'existence dans la mine

d'Auxelles Haut, de cristaux de cérusite du type III, avec g^1 dominant, accompagné de h^1, m, $b^{1/2}$, $e^{1/2}$, e^2, a^2 ; il existe aussi des cristaux du type II (fig. 27). Des macles triples du type de la figure 18 ont été rencontrées.

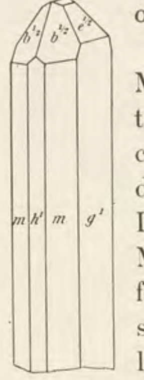
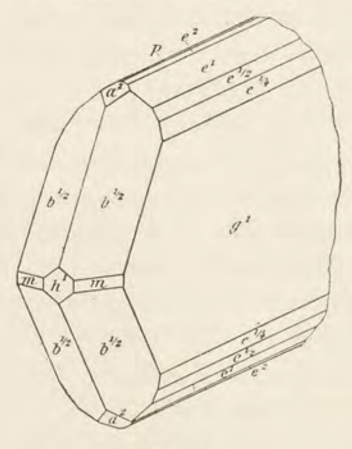
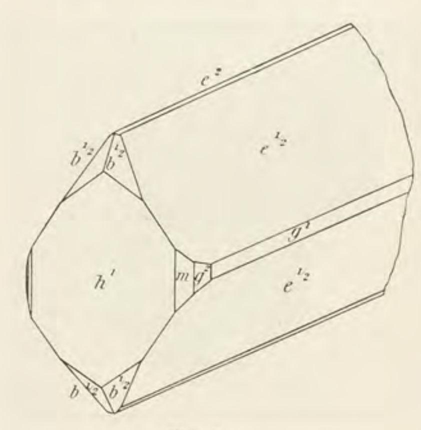


Fig. 27. Cérusite d'Auxelles Haut (Type II).

[*Alsace*]. La cérusite n'a été trouvée à Sainte-Marie-aux-Mines que tout à fait exceptionnellement en très petits cristaux du type III ; aussi paraît-il assez vraisemblable que c'est la mine voisine de La Croix-aux-Mines qui a fourni différentes pseudomorphoses, décrites par Blum (*Pseudom.* I. 185. 1843) comme provenant des environs de Sainte-Marie. Elles consistent en cristaux de galène cubique, transformés en cérusite et en cristaux indépendants, associés sur une roche granitique de cérusite, à de la galène et à de la limonite : ils sont transformés en pyromorphite verte ou jaune verdâtre ; ces pseudomorphoses ont leurs angles arrondis et sont souvent creuses.

Je pense que c'est aussi de La Croix-aux-Mines que proviennent quelques cristaux étiquetés « Sainte-Marie-aux-Mines » dans la collection du Muséum et qui appartiennent au premier type des cristaux de ce gisement décrit plus haut. La figure 28 représente, d'après


Fig. 28. Cérusite de Sainte-Marie-aux-Mines (?).


Fig. 29. Cérusite de la mine de Donner à Urbeis.

M. Ungemach, les cristaux d'un échantillon de l'Université de Nancy, étiqueté « Sainte-Marie-aux-Mines » et dont la provenance est peut-être douteuse.

Le même savant m'a communiqué les figures 29 à 31, représentant les combinaisons principales, qu'il a observées dans les cristaux de cérusite de la Mine de Donner à Urbeis (Val de Villé) ; les formes rencontrées sont m, p, h^1, g^1, e^2, e^1, $e^{1/2}$, $b^{1/2}$, g^2; dans tous les cristaux m et $b^{1/2}$ sont constants. Les cristaux sont toujours petits et souvent maclés, à l'exception de ceux allongés suivant a. Les macles suivant m sont le plus souvent binaires et à angles rentrants très obtus (fig. 31).

La cérusite est disséminée dans les parties quartzeuses du filon ; le

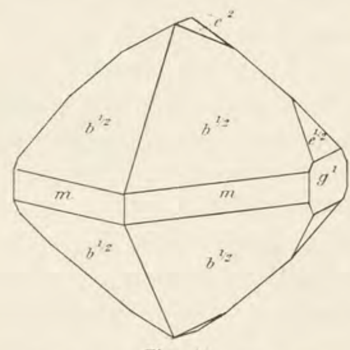


Fig. 30.
Cérusite de la mine de Donner à Urbeis.

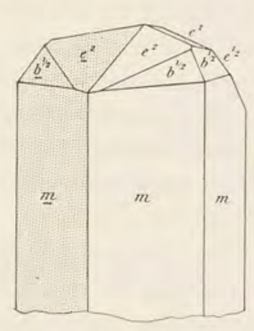


Fig. 31.
Cérusite d'Urbeis.
Macle suivant m (110).

plus souvent, elle est accompagnée de chalcopyrite, rarement de galène.

A Sainte-Croix-aux-Mines, la cérusite (e^1 p m), avec macles en genou, est rare.

La cérusite argentifère compacte a été jadis exploitée au Katzenthal.

[*Lorraine*]. La cérusite a été recueillie dans les filons de Creutzwald.

Au Bleiberg, au S.-S.-O. de Saint-Avold, la galène forme des mouches, ou des nodules, des veinules dans le grès bigarré : la cérusite l'accompagne aussi dans les fissures de la roche. Lors de l'exploitation, les eaux filtrant du toit des filons dans les galeries, y déposaient des stalagmites et des aiguilles soyeuses de cérusite (Jacquot, *Descrip. géol. et minér. Moselle*, 1868. 358).

Alpes. — *Savoie*. Les anciennes mines de galène de Pesey et de Macot étaient assez riches en cristaux de cérusite ; je n'ai vu aucun échantillon en provenant.

Romé de l'Isle a signalé (*Cristallographie*. II, 389. 1783) à la Montagne du Bourget, près la Rochette, aux environs de Chambéry, une

cérusite compacte blanche et rougeâtre « déposée par couches onduleuses comme les agates à filets sur de la galène décomposée ».

Isère. La galène des filons de quartz aurifère de la Gardette est souvent en partie transformée en cérusite, dont les cristaux nets se distinguent à la surface de cubes épigénisés ; ils sont blancs ou noirâtres, à éclat métallique et très corrodés. Ils appartiennent soit au type I (fig. 4 et 5) (avec parfois formes cristallitiques), soit aux types II et III, mais avec faible allongement et prédominance de $b^{1/2}$ sur m. Ces cristaux sont souvent noyés dans de la limonite.

La collection du Muséum possède un fort bel échantillon de quartz (englobant de la galène et de la panabase), recouvert de beaux cristaux de cérusite à éclat métallique du type I ; ils sont maclés suivant m (fig. 5), et tout à fait identiques au type le plus commun à Pontgibaud. Cet échantillon est étiqueté « Oisans » sans indication plus précise ; il provient certainement d'un des filons des environs d'Huez (Brandes, Lac Blanc ou l'Herpie), qui ont fourni jadis beaucoup de cérusite argentifère, associée à la chessylite et à la malachite.

Des cristaux de cérusite ont été jadis trouvés en petite quantité, avec wulfénite, mimétite, pyromorphite à la mine des Chalanches ; on en rencontre aussi au Grand Clos, à Lafrey, à La Poype, près Vienne (cristaux raccourcis bruns (fig. 10 à 13) et longs cristaux blancs cannelés du type II).

Algérie. — *Oran*. J'ai examiné des cristaux du type II ($m\ g^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$), maclés en roue suivant m et provenant de Gar Rouban.

Des recherches effectuées autrefois à l'Oued Noukhal ont fourni de petits cristaux de cérusite très éclatants ($m\ g^1\ g^2\ b^{1/2} p\ e^1\ e^{1/2}$), un peu allongés, soit suivant c, soit suivant a et maclés en roue suivant m ; ils sont associés à du minium pulvérulent.

Congo. — La cérusite est assez fréquente dans les gisements cuprifères de la région de Mindouli (Mindouli, Tchicoumba, Pimbi.)

Assez rarement associée en très petits cristaux du type I à la wulfénite et à la pyromorphite (Mindouli), elle se trouve le plus souvent en énormes cristaux gris noirâtres ou blancs, pouvant atteindre jusqu'à 10 cm. de plus grande dimension. Ils s'observent dans les géodes de dioptase et sont généralement engagés par les deux extrémités, de telle

sorte que leur étude est difficile; ils sont souvent les derniers formés, mais parfois aussi leur production a été suivie d'une nouvelle génération de quartz et de dioptase.

Dans les nombreux échantillons, que je dois à M. de Romeu, se trouvent des associations intéressantes, montrant la formation successive sur le calcaire de chrysocole, de planchéite, de dioptase, puis de cérusite, parfois elle-même recouverte par une nouvelle venue de dioptase.

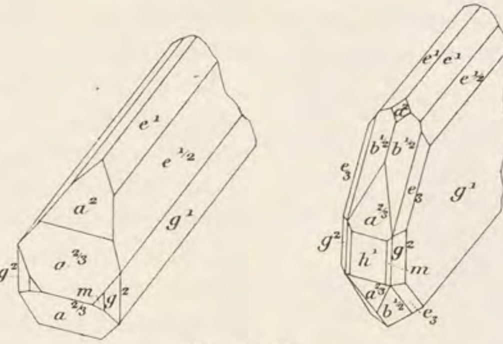


Fig. 32 et 32 *a*.

Les cristaux de cérusite appartiennent toujours au type III, avec aplatissement suivant g^1 ou $e^{1/2}$; c'est particulièrement le cas des très grands cristaux de Pimbi, qui sont en outre souvent maclés suivant *m*.

Les fig. 32 et 32 *a* représentent deux des combinaisons que j'ai observées ; elles présentent les formes *m*, g^1, g^2, h^1, $e^{1/2}$, e_3, a^2, et enfin $a^{2/3}$ (302), qui prend souvent une grande extension et qui est très caractéristique de ces gisements congolais.

Des masses constituées par un seul individu ou par des agrégats de gros cristaux indistincts et pesant souvent plusieurs centaines de grammes se trouvent à Kinguandzi, au nord-est de M' Boko Songho.

Nouvelle-Calédonie. — La mine Mérétrice, située sur la rive gauche du Diahot, au sud-est de la mine Pilou (voir à *chessylite*), a été ouverte sur des filons de galène argentifère, à grain fin, accompagnée d'un peu de blende et de sulfures de cuivre ; les affleurements étaient remarquablement riches en magnifiques minéraux cristallisés, que j'ai brièvement décrits (*B. S. M.* XVIII, 52, 1893) ; ce sont surtout l'anglésite, la pyromorphite et la cérusite. Dans cette dernière espèce, dont les cristaux ont parfois un joli éclat soyeux, il existe deux faciès ; le premier appartient au type I ($b^{1/2}$, $e^{1/2}$, avec quelquefois *m* et g^1 peu développés) : ces cristaux d'un blanc laiteux, un peu nacrés, sont toujours maclés suivant *m* (fig. 2 et 5) ; ils atteignent 1 cm. suivant l'axe

vertical; ils sont implantés sur de la galène, plus rarement sur de la limonite ou constituent des masses très cristallines, épigénisant ce minéral. Ils sont accompagnés de cristaux de même forme, mais un peu aplatis suivant g^1, présentent uniquement les formes g^1, m, $e^{1/2}$, e^1; les macles sont formées par un petit nombre d'individus.

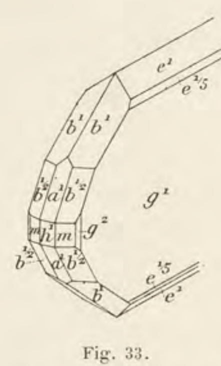


Fig. 33.
Cérusite
de la Mine Meretrice.

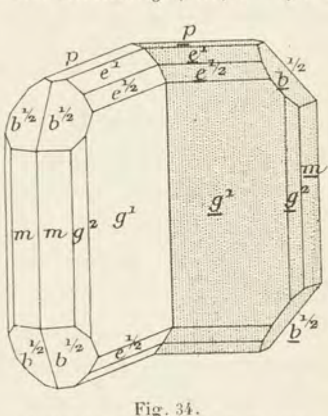


Fig. 34.
Cérusite. Macle suivant m (110).
Type commun.

Le second faciès est réalisé dans des cristaux plus petits, appartenant tous au type III ; ils forment par leur enchevêtrement des masses spongieuses pesant un grand nombre de kilogrammes, qui sont imprégnées de limonite jaune clair, au milieu de laquelle se trouvent de fortes belles géodes ; j'ai minutieusement examiné plus d'un millier de cristaux ayant en moyenne 3 à 6 millimètres. Ils sont aplatis suivant g^1, avec prédominance des faces g^1 et $b^{1/2}$, qu'accompagnent m, h^1, p, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/5}$, a^2, g^2, b^1 et beaucoup plus rarement e_3 (121) et $b^{3/2}$ (113). La figure 33 représente un cristal dans lequel b^1 et $b^{1/2}$ sont très développés.

Ils sont presque toujours maclés suivant m (fig. 34) ; ils constituent de nombreux groupements réticulés, formés par quelques gros cristaux disposés à axes parallèles et réunis par beaucoup d'autres plus petits, maclés avec eux suivant m ou g^2.

Une particularité fréquente consiste dans l'extrême réduction des faces $b^{1/2}$, m, g^2 situées d'un côté du plan g^1, celles placées sur le côté opposé ayant leur développement normal. Certaines faces sont assez souvent très corrodées ; ce sont quelquefois seulement deux faces $b^{1/2}$ supérieures, alors que les deux faces inférieures restent nettes et brillantes.

Sur quelques échantillons, j'ai trouvé à la surface de ces cristaux de cérusite, une mousse formée par de délicates fibrilles d'*argent natif*.

La cérusite se rencontre aussi en cristaux maclés, petits et généralement peu nets à la surface de la chessylite de la mine Pilou.

Madagascar. — La cérusite en cristaux indistincts épigénise la galène des environs d'Ambatofangehana.

b). *Dans les gîtes de substitution.*

La cérusite existe dans tous les gisements de ce genre contenant de la galène (voir t. II). J'en citerai quelques-uns seulement comme exemple.

Cévennes. — *Gard.* La cérusite est particulièrement abondante dans les gîtes calaminaires de cette région, mais je n'ai pu examiner qu'un petit nombre d'échantillons provenant tous des Malines; je les dois à M. de la Durandière. Ils sont implantés sur la galène ou dans les cavités de la smithsonite concrétionnée; dans ce cas, ils sont fréquemment associés à une variété lamellaire de barytine. Ils ont des faciès très variés : les cristaux simples ont souvent la forme de petites tables, aplaties suivant g^1, bordées par m, e^1, $e^{1/2}$. Les cristaux maclés appartiennent soit au type I, avec allongement suivant l'axe vertical (fig. 2 et 6), soit aux types II et III, toujours fort aplatis suivant g^1 (fig. 7 et 9). Dans les groupements en roues, c'est tantôt m et tantôt $b^{1/2}$ qui domine.

J'ai observé aussi des cristaux de cérusite, à éclat métallique, très allongés suivant l'axe vertical et servant de support à de très petits cristaux de calcite incolores, qui ne les laissent apercevoir que çà et là.

A citer encore, la mine de la Ferrière à Saint-Félix-de-Pallières, qui a fourni de beaux cristaux, associés à de l'anglésite, Saint-Julien-de-Valgalgues, Arrigas (de Brun, *Soc. Et. Sc. nat. Nîmes*. 1901).

M. Carrière m'a communiqué des échantillons provenant de Carnoulès en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, ce sont de jolies macles suivant m de la combinaison g^1 m g^2 $b^{1/2}$, appartenant au type II ; elles sont engagées dans de la limonite; des macles du type I sont implantées sur galène.

La Grande Vernissière, près Durfort, a fourni de bons cristaux du type I ; ils se trouvaient dans les fentes de la galène associée à de la blende mielleuse.

Diois. — *Drôme.* Il existe dans le Diois plusieurs gîtes de smithsonite au milieu de calcaires jurassiques : ceux de Menglon et de Brette sont les plus importants. Ils ont fourni d'assez jolis cristaux

de cérusite, qui se trouvent quelquefois dans les collections avec l'indication « environs de Die ».

J'y ai observé notamment le type III, caractérisé par l'absence de g^1

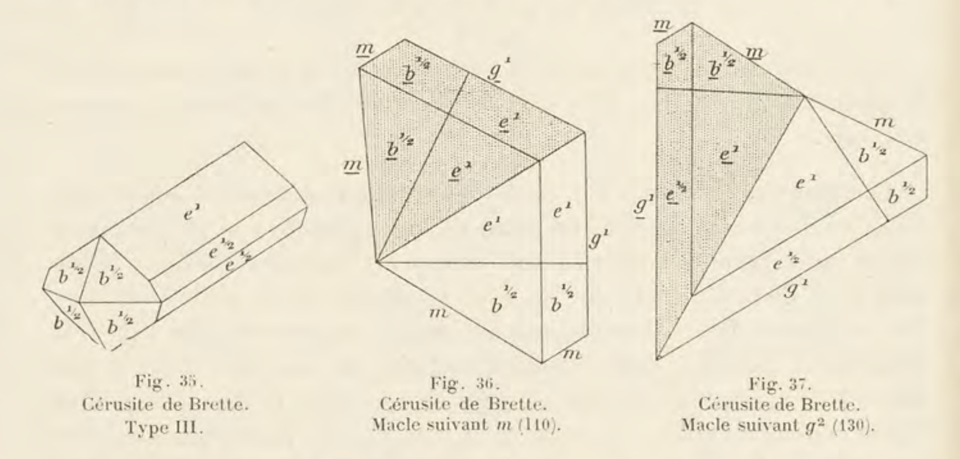


Fig. 35. Cérusite de Brette. Type III.

Fig. 36. Cérusite de Brette. Macle suivant m (110).

Fig. 37. Cérusite de Brette. Macle suivant g^2 (130).

et la prédominance de e^1, associé à $e^{1/2}$ (fig. 35) : ils sont terminés par $b^{1/2}$ avec ou sans petites faces m et h^1. Les macles suivant m (fig. 36) et plus rarement suivant g^2 (fig. 37) sont constituées par deux individus seulement.

Algérie. — La cérusite n'est pas moins fréquente dans les gîtes calaminaires et dans les gisements plombifères qui se trouvent dans les calcaires algériens. L'attention des exploitants n'est pas attirée sur les cristaux de cérusite et les gisements en exploitation sont volontiers considérés comme ne renfermant pas de cristaux ; partout cependant où j'ai eu l'occasion de les faire chercher, il en a été trouvé et d'intéressants. Le nombre des gisements étudiés ci-contre est donc destiné à s'augmenter beaucoup.

Oran. Les cavités des dolomies bathoniennes des environs de Saïda, qui ont fourni les beaux cristaux de vanadinite, de descloizite, etc., qui sont étudiés dans le tome IV, renferment aussi, mais dans des géodes distinctes, des cristaux bruns de cérusite, appartenant généralement au type I, avec macles suivant m et parfois allongement suivant l'axe vertical (passage au type II).

Alger. M. L. Gentil a signalé (*B. S. M.* XVIII. 407. 1895) la cérusite comme minéral accessoire peu important des gisements cala-

minaires de l'Ouarsenis ; elle se trouve soit en petits cristaux dans les cavités d'un calcaire poreux du lias, imprégné de blende et de galène, soit dans la galène ou la smithsonite.

On y distingue trois variétés : 1° cristaux du type III, très aplatis suivant g^1 (fig. 9) avec parfois la combinaison $m\ g^1\ g^2\ g^4$ (350) $e^{1/2}$, $p\ b^{1/2}$. 2° cristaux du type II, généralement maclés suivant m, dans lesquels, à l'inverse des précédents, p est très développé : combinaison fréquente : $p\ h^1\ g^1\ g^2\ g^4\ a^2\ e^2\ b^{1/2}$; 3° type I sans allongement (fig. 4 et 5) ; les cristaux sont rares et très petits. Les meilleurs échantillons se trouvent dans le gisement de Rokba el Atba.

Constantine. La nadorite de Hammam N'baïls, près du Djebel Nador, se décompose en un mélange de bleiniérite et de cérusite, sans perdre sa forme. Les cristaux de cérusite, généralement de petite taille, mais extrêmement nets, appartiennent au type I pyramidal (fig. 4 et 5), avec nombreuses macles ; ils sont implantés sur ou entre les cristaux lenticulaires du minéral épigénisé.

La cérusite est extrêmement abondante en petits cristaux, pouvant atteindre 1 cm., dans les cavités miarolitiques de la smithsonite, de la calamine et de la willémite de Bou Thaleb ; ils présentent la particularité d'avoir tous un éclat soyeux, d'être blancs, parfois tachetés de rouge par de l'hématite. Ils ont presque toujours des formes cristallitiques et sont plus ou moins creux.

Ils appartiennent au type III et sont très allongés. Tantôt g^1 est très développé, le cristal est alors aplati, m et g^2 sont d'ordinaire très développés ; dans d'autres cas, g^1 est réduit et des clinodômes striés sont très larges, a^2 est généralement alors présent et plus développé que les autres formes : $b^{1/2}$, m, g^2 ; plus rarement apparaissent e_3 (121), a_3 (211).

Les macles suivant m sont assez fréquentes. Mais l'une des particularités de ce gisement consiste dans l'abondance de macles en cœur suivant g^2, formées assez souvent par deux individus de dimensions inégales, mais quelquefois aussi d'individus ayant une régularité parfaite. Dans ce cas, la macle est aplatie suivant p, les cristaux accolés présentent les formes p, e^2, e^1, $e^{1/3}$ (031), $e^{1/5}$ (051), a^2, m (avec parfois de petites faces g^2, $b^{1/2}$). Tantôt le groupement est fermé ; deux faces m en contact formant un angle extrêmement obtus (174°32′), tantôt au contraire, il existe un angle rentrant $g^2\ \underline{g^2}$ très apparent. On trouve également des macles formées par deux cristaux très allon-

gés suivant l'axe a et qui ne sont en contact que par une étroite face g^2. Les figures 38 et 39 représentent les divers faciès de cette macle. Les cristaux de Bou-Thaleb sont souvent recouverts par de petites aiguilles capillaires de calamine; ils peuvent être facilement extraits intacts de leur gangue (fig. 39). La collection de l'École des Mines possède un groupe d'énormes cristaux (type II), blancs et opaques, de cérusite indiqués comme provenant de ce même gisement; ils mesurent environ 5 cm. de plus grande dimension.

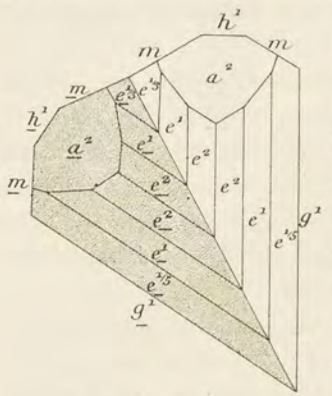


Fig. 38.
Cérusite de Bou-Thaleb. Macle suivant g^2 (130).

A Mesloula, se trouvent de petits cristaux du type I simples, un peu allongées suivant c avec macles suivant m.

Au Djebel Felten, près Aïn Smara, les cristaux appartiennent au type II avec grand allongement suivant l'axe vertical (mg^1 g^2 a^2 e^2 e^1 $e^{1/2}$, et quelquefois $b^{1/2}$) ; j'y ai observé des macles suivant m et suivant g^2.



Fig. 39.
Cérusite de Bou-Thaleb. Macles binaires suivant g^2 (130).

Tunisie. — La cérusite se rencontre en plus ou moins grande abondance dans tous les gîtes calaminaires plombifères de la Tunisie et dans beaucoup d'entre eux, la cérusite, épigénisant en totalité ou en partie la galène, est le principal minerai plombifère (Djebel Ressas, Sidi Ahmed, Fedj el Adoum, Sidi-Youssef, Djebel Gheriffa, El Grefa, Béchateur, etc).

Je ne m'occuperai que des gisements dont j'ai pu étudier des cristaux. L'un d'eux, celui du Djebel Ressas (Reças), a fourni les plus beaux cristaux de cérusite que j'ai eu l'occasion d'examiner; j'en avais fait

commencer l'étude à un de mes élèves, M. Jecker, qui a publié sur ce sujet une courte note (*C. R.* CXL. 1905) et qui, malheureusement est mort depuis. Ce sont ces documents dont je vais compléter la description.

Les cristaux, qui atteignent 2 cm. de plus grande dimension, sont souvent isolés de toute gangue ; ils ont été extraits de poches d'hydrozincite terreuse, dans lesquelles ils étaient accompagnés de quelques grands cristaux de leadhillite. Ils sont pour la plupart incolores ou d'un blanc laiteux et alors un peu soyeux ; quelques-uns d'entre eux sont cependant d'un beau jaune d'or. Leurs formes sont très variées : 1° cristaux du type II, très aplatis suivant h^1 ; m et parfois g^2 sont très développés, et accompagnés de e^1, $e^{1/2}$ et quelquefois de p; $b^{1/2}$ est toujours réduit ou absent;



Fig. 40.
Groupement réticulé de cérusite du Djebel Ressas.
(*Photographie un peu grossie.*)

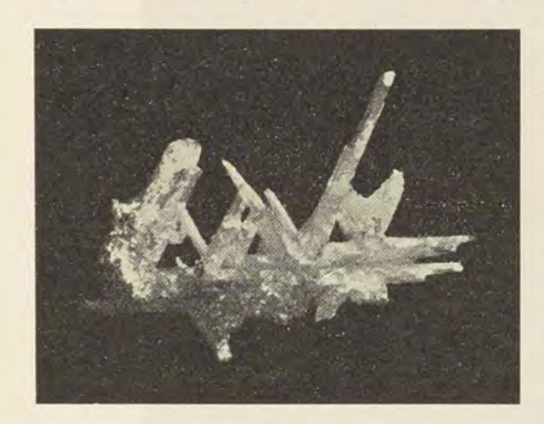


Fig. 41.
Groupement réticulé de cérusite du Djebel Ressas.
(*Photographie un peu grossie.*)

2° cristaux du type III, plus ou moins aplatis suivant g^1, présentant les mêmes formes que les cristaux précédents, dont ils ne diffèrent que par l'allongement. Quelquefois g^1 est très réduit et alors les cristaux ne présentent pas d'aplatissement; dans d'autres cas, ils sont aplatis suivant $e^{1/2}$; ces cristaux sont les plus riches en faces : m, h^1, g^1, g^2, $b^{1/2}$, a^2, $e^{1/2}$, e^1, $e^{1/5}$, e_3.

Les cristaux de ces deux types sont presque toujours maclés suivant m ou g^2 et ces macles sont parfois associées dans des groupements réticulés.

Souvent, un grand nombre d'individus du type I, groupés entre eux suivant g^2, sont maclés suivant m avec un gros cristal du type III.

3° Cristaux aplatis suivant g^1, avec faces $b^{1/2}$ dominantes, m réduites ou absentes ; $e_3(121)$ est assez fréquent et souvent plus développé que $b^{1/2}$ (fig. 42).

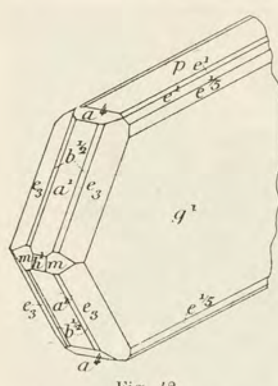


Fig. 42.
Cérusite du Djebel Ressas (Type III.)

Les formes observées sont $p, m, h^1, e^2, e^1, e^{1/2}, e^{1/5}, a^2, a^1, a^4$ (104) a_3 (211), e_3 ; ces cristaux sont peu allongés suivant a ; les macles m sont souvent répétées, leurs constituants ont les mêmes dimensions ; il en résulte une évolution vers le type I, qui n'est jamais réalisé complètement.

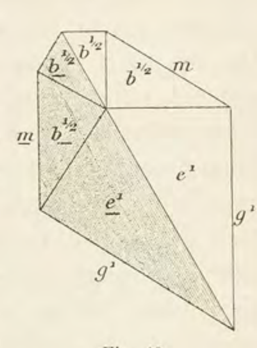


Fig. 43.
Cérusite du Djebel Ressas. Macle suivant g^2 (130).

Ce gisement mérite de devenir classique à cause de ses macles suivant g^2, dont j'ai étudié quelques cristaux complets isolés, attei-

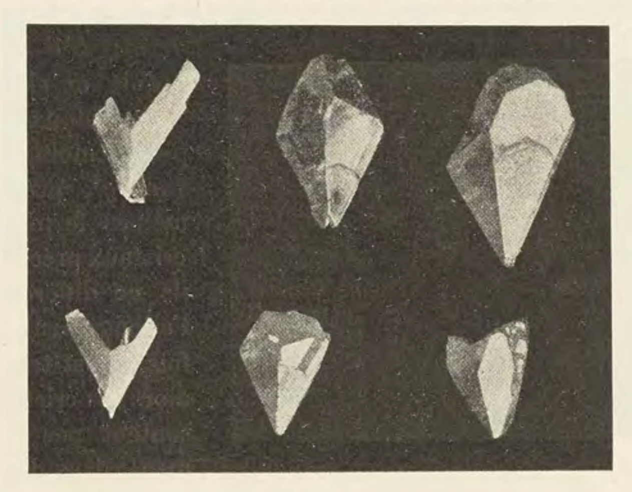


Fig. 44.
Cérusite du Djebel Ressas. Macle suivant g^2 (130).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

gnant plus de 2 cm. Elles sont généralement pauvres en faces. Le type le plus spécial ne présente que les formes e^1 et $b^{1/2}$ (fig. 43) ; il

a la forme d'une pyramide très aiguë, dont la base est remplacée par une pyramide obtuse formée par quatre faces $b^{1/2}$ $\overline{b^{1/2}}$. Il n'y a pour ainsi dire pas d'angles rentrants, les faces $b^{1/2}$ en contact étant les faces opposées et non adjacentes.

Certains cristaux sont terminés par deux faces mm; enfin dans d'autres, il existe une profonde gouttière g^2 $\underline{g^2}$. Je n'ai observé qu'un seul exemple de cette macle présentant des faces g^2 parallèles au plan d'association, plan suivant lequel l'édifice est aplati. La fig. 44 est la reproduction de quelques-unes des modalités de cette macle.

Le gisement de Zaghouan fournit des cristaux très analogues à ceux de Bou-Thaleb et particulièrement des macles en cœur suivant g^2 (130), aplaties suivant p et souvent riches en faces : p, m, h^2, g^1, g^2, a^2, a^1, e^2, e^1, $e^{1/2}$, $b^{1/2}$, e_3, a_3.

M. Termier m'a signalé des cristaux du même minéral dans les mines suivantes : Djebel Kebbouch (cristaux aciculaires), El Grefa (type I de passage au type II, macles en roue suivant m), Djebba (cristaux du type I sur galène), Sidi Ahmed (type I avec passage au type III par développement des faces g^1). M. Coëz m'a communiqué des cristaux provenant de divers gisements très voisins de la frontière algérienne : ils sont implantés sur de la galène en voie d'oxydation : Djebel Touireuf (type I), Djebel Ressas de Mellegue (type I et II avec macles en roue suivant m ; les faces m et $b^{1/2}$ sont très développées).

Je dois à l'obligeance de M. Lierneux, une cérusite noire compacte exploitée au Djebel Hallouf, près Souk-el-Khemis. L'examen microscopique permet d'y distinguer des restes de galène incomplètement oxydée. M. Odon m'a communiqué de jolis cristaux gris du type I (fig. 4 et 5) provenant du Dyr Tufek (chaîne du Djebel Sobbak au N. O. du Béja).

Tonkin. — Jolis cristaux dans la smithsonite concrétionnée de Thai-Nguyen; ils appartiennent au type III, avec grand aplatissement suivant g^1. M. Dupouy en a signalé aussi (*Minerais et minéraux du Tonkin*, 1909. 137) à Lang-Hit et dans quelques gisements plombifères de la province de Bac-Giang.

2° *Parmi les produits d'oxydation de substances artificielles plombifères*

Champagne. — *Haute-Marne*. La cérusite a été rencontrée en très petits cristaux peu distincts du type II, aplatis suivant g^1, dans

les tuyaux de plomb romains, immergés dans les sources de Bourbonne-les-Bains ; ils sont accompagnés d'anglésite et de phosgénite (voir à ce minéral).

Algérie. — J'ai décrit jadis (*B. S. M.* VI, 175, 1883), de petits cristaux de cérusite, à faces peu distinctes, formés, avec cuprite, à la surface de monnaies de bronze romaines (Alexandre Sévère) provenant d'Algérie, sans indication plus précise.

Bretagne. — *Finistère*. La cérusite se trouve en petits cristaux laiteux, maclés suivant *m* et en masses concrétionnées dans les vieilles scories plombeuses de Poullaouen, qui sont décrites page 750.

CTYPÉITE

$CaCO^3$

J'ai donné ce nom à une forme de carbonate de calcium, constituant les pisolites des sources thermales de Carlsbad (*C. R.* CXXVI. 601. 1898) et considérée jusqu'alors comme une variété d'aragonite, à la suite des observations de G. Rose.

Fig. 1.
Gros pisolite de ctypéite
(*Photographie grandeur naturelle*).

La ctypéite, telle que je la comprends, possède la structure que présentent fréquemment la calcite et l'aragonite dans la coquille des mollusques et alors que le polymorphisme est devenu une propriété normale de tant de substances, il est infiniment plus simple d'admettre l'existence d'une troisième forme de carbonate de calcium que de faire intervenir des explications compliquées et peu vraisemblables pour dénier à la ctypéite son existence en tant qu'espèce minérale distincte.

Système cristallin ?

Faciès. — La ctypéite constitue des pisolites à structure écailleuse

concentrique, tantôt parfaitement sphériques, tantôt irréguliers de forme et alors quelquefois polyédriques quand ils sont réunis en grand nombre pour former une roche.



Fig. 2.
Agrégat de pisolites de ctypéite ; surface polie (*Photographie grandeur naturelle*).

Densité. — Il est impossible de déterminer la véritable densité de la ctypéite par suite de deux particularités agissant en sens inverse, la porosité d'une part, et la fréquence de l'aragonite associée à la ctypéite sous forme d'inclusions ou de paramorphoses. J'ai obtenu jadis sur des pisolites entiers 2,58 à 2,70, mais, en laissant immerger pendant longtemps de petits fragments très purs dans l'iodure de méthylène, j'ai trouvé 2,745 pour la ctypéite de Madagascar et 2,80 pour celle d'Hamman Meskoutine.

Fig. 3.
Lame mince de pisolites de ctypéite. Lumière naturelle.

Propriétés optiques. — Les écailles concentriques sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë *positive* (n_g) [1] ; l'écartement des axes optiques (2 E) varie de 0 à environ 50° (Hamman-Meskoutine).

$$n_g - n_p = 0.02 \text{ environ.}$$

1. Il est intéressant de constater que les trois formes de carbonate de calcium connues dans la nature possèdent cette structure d'écailles, dont les lames sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë ou à l'axe optique unique (aragonite dans les perles, calcite dans les calculs que j'ai décrits plus haut, ctypéite en pisolites.

L'indice médian (Na), d'après une mesure de M. Gaubert, est d'environ 1,605, l'indice médian de l'aragonite est de 1,632, celui de la calcite 1,572.

Ces propriétés optiques définissent la ctypéite ; on voit en effet quelle énorme différence de biréfringence existe entre elle et l'aragonite, aussi bien qu'avec la calcite, dont le signe optique est en outre inverse. Les lames minces, taillées dans des pisolites entiers, montrent une croix noire, qui se déforme, quand le pisolite n'est pas rigoureusement



Fig. 4.
Ctypéite. Lame mince vue en lumière polarisée parallèle.
(*Grossissement de 15 diamètres.*)

sphérique, comme cela a lieu dans les perles ; ces figures d'interférence rappellent aussi celles des grains d'amidon (fig. 4).

La forme des pisolites de Hamman-Meskoutine, qui se sont mutuellement impressionnés démontre, comme je l'ai indiqué jadis, qu'au moment de sa formation, le minéral était plastique ; on peut donc supposer qu'il était alors à l'état colloïdal. Récemment, M. E. Dittler a exposé (*Coloid-Zeitschr.* IV. 277. 1909) les raisons pour lesquelles il considère la ctypéite comme étant encore à cet état. La poudre de ce minéral, mise en contact avec une dissolution de fuchsine, se colore au bout de quelques minutes en rouge foncé et au bout de quelques heures peut même décolorer entièrement la solution, comme le ferait du noir animal. Cette propriété n'est possédée ni par la cal-

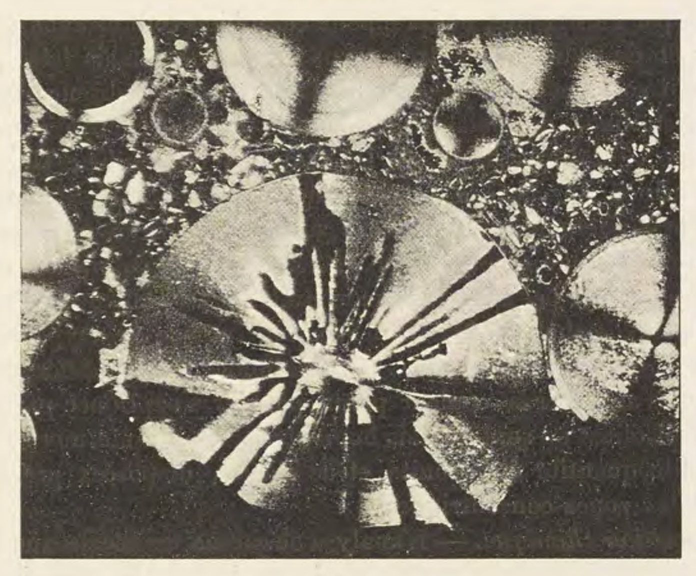


Fig. 5.
Photographie grossie (25 diamètres) de l'un des pisolites de la figure 3, elle montre des inclusions disposées suivant les rayons.

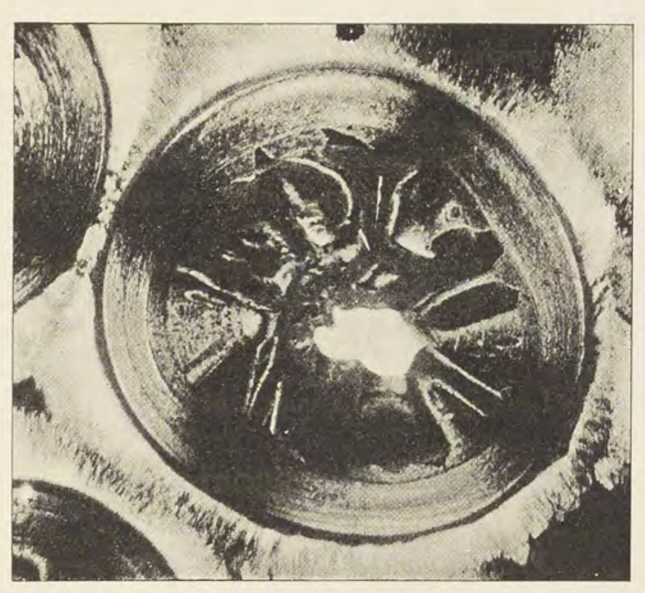


Fig. 6.
Pisolite de ctypéite en voie de transformation en calcite, enveloppé par de l'aragonite fibreuse (*Grossissement de 25 diamètres*).

cite, ni par l'aragonite, mais rappelle celle bien connue dans quelques argiles et de nombreux autres corps cristallisés, mais très poreux, sans qu'il soit pour cela nécessaire d'admettre une absence de structure cristalline, on sait en effet avec quelle facilité nombre de minéraux cristallisés absorbent les matières colorantes. Une préparation mince de ctypéite placée dans une semblable solution, se colore irrégulièrement suivant des zones concentriques successives, lorsqu'on a chauffé quelque peu le mélange ; la coloration ne peut plus être enlevée par l'eau, mais disparaît sous l'influence de l'ammoniaque ou de la chaleur. M. Dittler en conclut que la ctypéite est un mélange de substances colloïdes et cristalloïdes. Cette différence dans la façon d'absorber la couleur paraît pouvoir s'expliquer par ce fait que les pisolites ne sont jamais homogènes, mais renferment toujours une petite quantité d'aragonite et de calcite, disposées précisément suivant les zones concentriques.

Composition chimique. — L'analyse chimique ne décèle que du carbonate de calcium, avec parfois quelques impuretés mécaniquement interposées, telles que la pyrite à Hammam-Meskoutine. M. Duparc a publié une analyse du minéral de ce gisement (*Arch. Sc. Phys. et nat. Genève*. XX. 537. 1888).

Propriétés pyrognostiques. — Chauffée dans un tube, se transforme au rouge naissant en calcite, mais, au lieu de décrépiter simplement comme l'aragonite, elle détone violemment et peut même briser le tube si le pisolite est suffisamment gros ; c'est de cette propriété que j'ai tiré le nom de ctypéite (κτυπέω). Toutes les autres propriétés sont celles de la calcite et de l'aragonite.

La réaction de Meigen donne les mêmes résultats que pour l'aragonite.

Altérations. — La ctypéite se transforme par la chaleur en calcite, mais, dans la nature, elle est souvent paramorphisée soit en aragonite, soit en calcite.

Diagnostic. — Les propriétés optiques sont caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les sources thermales.*

La ctypéite est un produit de sources thermales chaudes bicarbonatées calciques ; elle se forme à leurs griffons dans des eaux agitées

par enrobement progressif de carbonate de calcium autour d'un petit fragment étranger. Quand le poids du pisolite est devenu suffisamment grand, la pièce tombe au fond de l'eau et elle est cimentée par de l'aragonite.

Plateau Central. — *Allier.* Je n'ai pas rencontré de ctypéite dans les sources de Vichy, mais les pisolites décrits page 684 (fig. 24) sont par leur texture, leur mode de gisement, leurs relations avec l'aragonite fibreuse, qui les englobe, si identiques à ceux de ctypéite de Carlsbad et de Madagascar, qu'il ne me paraît guère douteux qu'ils ne soient des paramorphoses de ce minéral en aragonite.

Algérie. — *Constantine.* Les sources d'Hamman-Meskoutine sont célèbres par la beauté et le grand développement des travertins calcaires concrétionnés qu'elles édifient ; leur température est de + 95° C. Elles fournissent en petite quantité des pisolites à aspect d'émail blanc, opaque, à structure vernissée, parfois enduits de pyrite ; ils ont été décrits comme calcite par Daubrée (*Étude Géol. exp.* 1879. 90), puis par Duparc (*op. cit.*), qui les a analysés, leur a trouvé une densité inférieure à celle de la calcite et a indiqué une teneur en pyrite variant de 0, 76 à 2, 48 °/₀. J'ai montré leur véritable nature dans la note citée plus haut.



Fig. 7.
Agrégat de pisolites de ctypéite de Hammam-Meskoutine (*Photographie réduite au tiers*).

Ces pisolites n'ont pas la régularité de ceux de Carlsbad ; ils sont souvent aplatis. Par leur agglomération, ils constituent ainsi une roche pauvre en ciment ; ils s'impressionnent parfois mutuellement à la façon des grains d'une grenade (fig. 7), prenant alors des formes polyédriques, qui montrent qu'au moment de leur formation ils avaient une plasticité assez grande.

L'examen microscopique fait voir que le noyau est constitué par un fragment de travertin calcaire.

Madagascar. — Lors de l'Exposition de 1900, j'ai remarqué dans la collection géologique, exposée par le Service des Mines, un échantillon de pisolites calcaires, identiques à ceux de Carlsbad.

Grâce à l'obligeance de M. Mouneyres, j'ai pu obtenir de nombreux échantillons et des renseignements précis sur leur gisement, qu'il a bien voulu faire prendre par M. Chabert.

Le gisement des pisolites de ctypéite se trouve à Mahatsinjo, petit village situé à environ 30 kilomètres au Sud-Ouest de Miarinarivo (N.-E. du lac Itasy, dans l'Imérina).

Les sources thermales dans lesquelles s'est formé ce minéral sour-

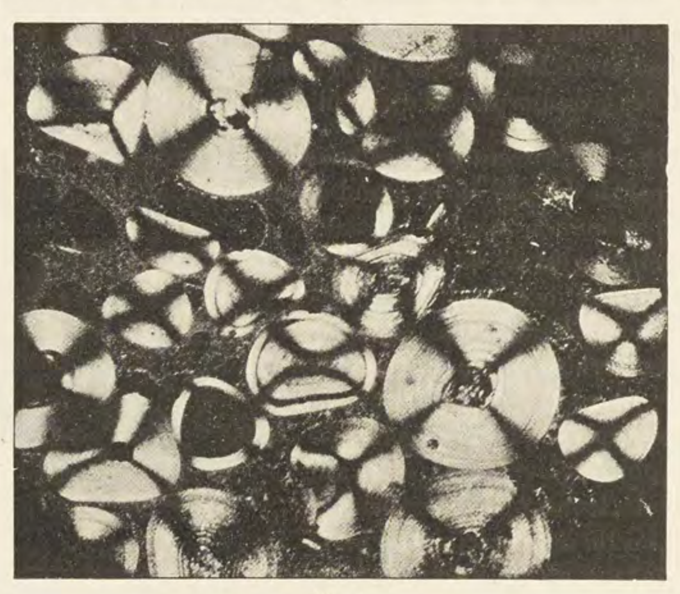


Fig. 8.
Lame mince de ctypéite de Mahatsinjo (*Grossissement de 15 diamètres. Lumière polarisée parallèle.*)

dent près du confluent du Kibokely avec le Mazy, au milieu du gneiss, mais au voisinage de coulées basaltiques. Elles sont au nombre de quatre, leur température actuelle est de + 29° C. (la température du Mazy et du Kibobély étant de 21 à 23° C.) ; elles sont légèrement jaillissantes. Les griffons sont formés par un calcaire concrétionné verdâtre, translucide.

Des dépôts plus anciens sont constitués par de l'aragonite en longues fibres très serrées, formant un albâtre à zones parfois diversement colorées. Ils s'étendent sur les deux rives du Mazy, près des sources, sur une centaine de mètres de long, leur épaisseur atteignant par places jusqu'à 10 mètres. C'est au milieu de cette aragonite que

se trouve la ctypéite. Les dépôts actuels s'étendent sur 15 mètres de largeur et 20 mètres environ de longueur, depuis les sources jusqu'au Mazy ; ils sont constitués par un calcaire caverneux léger, mélangé de limonite.

Les pisolites de ctypéite de ce gisement malgache ne diffèrent de ceux de Carlsbad que par leur couleur un peu jaunâtre et souvent par leur forme qui, plus fréquemment qu'à Carlsbad, n'est qu'imparfaitement sphérique ; ils sont comme dans ce dernier gisement cimentés par de l'aragonite fibreuse.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Sorby a signalé parmi les oolites calcaires des récifs de Bahama l'existence de portions qu'il a comparées au minéral des pisolites de Carlsbad. La même substance a eté signalée dans des conditions identiques dans plusieurs autres gisements (Rosenbusch, *Mikr. Physiogr. Miner. I.* 129, 1905) ; mais je n'ai eu personnellement entre les mains aucun échantillon de ce genre.

1. Sorby avait constaté déjà (*Quarterly J. geol. Soc. London.* XLV. 74. 1879) que les pisolites de Carlsbad possèdent des propriétés différentes de celles des oolites calcaires, mais sa conception de leur nature était différente de la mienne. Il les considérait comme formés par l'accumulation de cristaux d'*aragonite*, dans lesquels $\mathbf{n}_p$ serait parallèle aux couches concentriques. Il ajoutait : « It thus appears almost certain that the thin concentric layers were not formed by the normal deposition of crystals from solution, but by the more or less mechanical accumulation of minute prismatic crystals, with their longer axis parallel to the surface of growth. We may well believe that true chemical deposition was going on at the same time. All that is necessary to explain the facts is to assume that the position of the axis of the crystals was determined by the direction in which the minute crystalline nuclei were mechanically accumulated round a centre, something like the layers in a large roled snowball. »

Une variante de cette théorie a été proposée par M. Vater (*Z. K.* XXXV. 149) 1902) ; elle me semble inconciliable avec les propriétés optiques qui ont été exposées plus haut.

CARBONATES BASIQUES ANHYDRES

HYDROZINCITE

ZINCONISE.

$ZnCO^3 . 2Zn(OH)^2$

Monoclinique ?

Faciès. L'hydrozincite se présente sous forme de masses à aspect terreux, concrétionnées, mamelonnées ou stalactiformes ; leur structure est quelquefois compacte, mais souvent aussi, il existe une structure fibreuse et l'examen microscopique fait voir alors que le minéral est cristallin et peut-être monoclinique.

Dureté. 2 à 2, 5. Trace comme la craie.

Densité. La densité apparente est de 3, 58 à 3, 8. Le minéral est poreux et happe à la langue.

Coloration et éclat. Blanche, grise ou jaunâtre. Terne. Aspect souvent terreux ou crayeux.

Propriétés optiques. La plupart des hydrozincites sont sans action sur la lumière polarisée. Par exception, celle de Poligné possède une structure sphérolitique très nette ; elle est constituée par des calottes sphériques emboîtées, dans lesquelles la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est normale aux surfaces de décollement. L'écartement des axes optiques est très faible, le minéral est presque uniaxe. La figure 1 représente la photographie d'une lame tangente à l'une de ces surfaces, la figure 2 une section qui lui est perpendiculaire. La biréfringence n'est pas très élevée.

Composition chimique. — La composition chimique paraît être variable. Celle qui est donnée plus haut correspond à la composition centésimale *a* :

Analyse de l'hydrozincite de Poligné par M. Arsandaux :

	a	*b*
CO^2.........	13,6	14,40
ZnO.........	75,3	72,75
PbO........	»	0,60
H^2O.........	11,1	11,30
insol........	»	0,30
	100.0	99.35

Propriétés pyrognostiques. — Ces propriétés sont les mêmes que celles de la smithsonite, avec cette différence que l'hydrozincite donne de l'eau dans le tube.

Diagnostic. — La teneur en eau est le caractère distinctif d'avec la smithsonite ; joint à la densité et aux essais chimiques, il permet de distinguer l'hydrozincite des autres carbonates blancs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydrozincite, que l'on peut comparer au précipité se formant dans une dissolution chaude de sels de zinc par addition d'un carbonate alcalin, se rencontre dans presque toutes les mines de zinc où elle constitue souvent un produit de formation actuelle dans les galeries abandonnées ; elle forme parfois dans les gîtes calaminaires des concrétions et des masses assez importantes pour pouvoir être exploitées. Je vais en citer quelques exemples, mais pour énumérer tous les gisements où on la rencontre, il faudrait rappeler tous ceux de smithsonite.

1° *Dans les mines de zinc.*

Pyrénées. — *Ariège.* Des stalactites d'hydrozincite ont été trouvées jadis dans les mines de Sentein.

[*Val d'Aran*]. Mine de Liat, masses concrétionnées, mélangées de smithsonite.

Cévennes. — *Gard.* De belles masses d'hydrozincite ont été trouvées à Saint-Laurent-le-Minier, tapissant les parois des galeries.

Le même minéral est abondant aux Malines, où il alterne parfois avec des croûtes fibreuses de smithsonite. J'ai observé des pseudomorphoses d'aragonite en un mélange d'hydrozincite et de gypse. La collection de l'École des Mines possède un échantillon concrétionné étiqueté Saint-Hippolyte-du-Fort.

Lozère. L'hydrozincite est assez abondante comme produit récent dans les travaux de la concession du Bleymard (stalactites), au Crouzet (ciment de conglomérats et de sable.)

Aveyron. Avec smithsonite à Saint-Jean-du-Bruel, près Nant.

Algérie. — Parmi les innombrables gisements algériens je citerai :

Alger. Les mines de l'Oued-Ouarsenis ; belles masses concrétionnées.

Constantine. Les mines de Bou-Thaleb renferment de belles masses poreuses et terreuses d'hydrozincite, dans lesquelles on ne voit souvent aucune trace de structure concrétionnée. Du Djebel Zdim, au Sud-Ouest de Sétif, j'ai vu des masses concrétionnées de smithsonite et d'hydrozincite alternant avec de la calcite ; Aïn-Sefra, etc.

Tunisie. — Djebel Ressas et tous les gisements énumérés à l'article smithsonite.

Tonkin. — L'hydrozincite se trouve aussi dans les gisements zincifères cités dans la description de la smithsonite.

2° *Dans les fentes de roches sédimentaires contenant des sulfures.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Je dois à M. Ch. Barrois un curieux

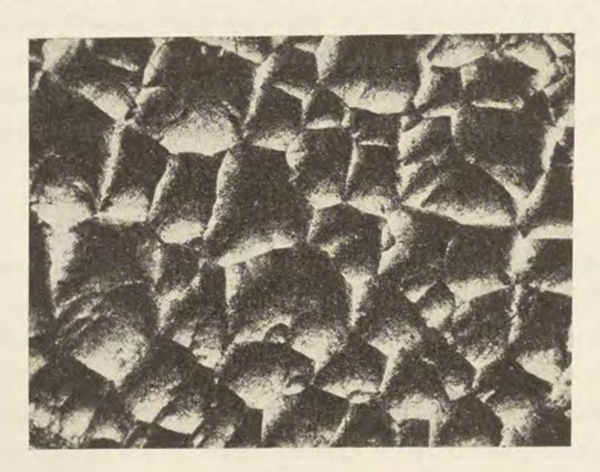


Fig. 1.
Section tangente aux mamelons d'hydrozincite de Poligné.
(*Grossissement de 33 diamètres. Lumière polarisée parallèle.*)

échantillon, qu'il a recueilli dans une des nombreuses carrières ouvertes dans les schistes ampélitiques siluriens de Poligné. Il consiste

en une masse blanche, curieusement concrétionnée, d'hydrozincite. Au microscope, celle-ci se montre constituée soit par des sphérolites, soit par des calottes sphériques emboîtées, possédant les propriétés optiques données plus haut et offrant la structure mise en évidence par les figures 1 et 2, qui représentent, en lumière polarisée parallèle, des sections, l'une tangente aux surfaces mamelonnées et l'autre perpendiculaire.



Fig. 2.
Section perpendiculaire à celle représentée par la fig. 1. (*Même grossissement.*)

Les schistes de Poligné, très pyriteux, sont associés çà et là à des lentilles calcaires, l'hydrozincite est certainement un produit secondaire, formé aux contact de celle-ci par une réaction, effectuée aux dépens des produits d'altération d'un peu de blende accidentellement mélangée à la pyrite.

AURICHALCITE

$2\,(Zn,Cu)CO^3,\ 3\,(Zn,Cu)(OH)^2$

Orthorhombique [1].

Formes et faciès. L'aurichalcite constitue des lames minces, à formes souvent irrégulières, et plus rarement (Chessy) des aiguilles; les unes et les autres sont groupées en rosettes, en agrégats columnaires divergents ou plumeux. Si l'on prend la direction d'allongement

1. M. d'Achiardi considère (*Att. Soc. tosc. Sc. nat.* XVI, 1897) le minéral comme monoclinique à cause de l'extinction de 17°, qu'il a observée sur des lamelles examinées obliquement à l'aplatissement. L'aurichalcite de Chessy constitue des aiguilles dépourvues d'aplatissement ; elles s'éteignent toutes suivant leur allongement, c'est pourquoi je considère le minéral comme orthorhombique.

pour axe vertical et si l'on appelle h^1 (100) la face d'aplatissement, on constate qu'il existe parfois la base et des facettes symétriques, que l'on peut noter e^1 (011) ; elles font avec p (001) un angle d'environ 58°.

Clivages. Clivage micacé suivant la face d'aplatissement h^1 (100).

Dureté. 2.

Densité. 3,54 à 3,64.

Coloration et éclat. Vert pâle, vert de gris, bleu de ciel. Poussière vert pâle ou bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat nacré très vif sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage. Dans ce plan, l'extinction est parallèle à l'allongement, qui coïncide avec $\mathbf{n}_g$. Les indices de réfraction sont compris entre 1,755 et 1,67 environ.

Pléochroisme. Pléochroisme très faible, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. — La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*, quand Zn : Cu = 5 : 2, mais ce rapport est variable.

Delesse a donné le nom de *buratite* (*A. P. C.* XVIII. 485. 1846 et *A. M.* X. 223. 1846) à une aurichalcite de Chessy, dans laquelle il a trouvé une quantité notable de chaux. Belar a montré (*Z. K.* XVII. 113, 1889) qu'en général, l'aurichalcite ne renferme pas de chaux ; il est probable que le produit analysé par Delesse était mélangé de calcite. Cette opinion est rendue vraisemblable par la comparaison des analyses récentes de l'aurichalcite de Campiglia, avec les nombres fournis par Delesse pour le minéral de cette même localité et par l'examen microchimique que j'ai fait de l'aurichalcite de Chessy ; elle est aujourd'hui trop rare pour qu'il soit possible de l'analyser à nouveau. Le nom de buratite doit être abandonné.

Analyse *b* de l'aurichalcite de Chessy, par Delesse (*op. cit.*).

	a	*b*
CO^2......	16,1	19,88
ZnO......	53,2	41,19
Cu O.....	20,8	29,00
Ca O.....	»	2,16
H^2O.....	9,9	7,62
	100,00	99,85

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, noircit et donne de l'eau. Infusible au chalumeau, mais colore la flamme en vert intense (Cu). Avec le carbonate de soude, sur le charbon, donne un enduit blanc. Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. Les propriétés physiques sont très caractéristiques de l'aurichalcite. On ne peut guère la confondre qu'avec quelques sulfates doubles de cuivre de couleur voisine, tels que la lettsomite, dont elle se distingue par l'effervescence qu'elle fait avec les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aurichalcite est un produit secondaire, souvent associée à la limonite, dans quelques mines de zinc, de cuivre ou de plomb.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré de petites paillettes d'aurichalcite à la surface de quartz carié, servant de gangue à de la galène et de la chalcopyrite dans une recherche faite à Auzat près Vicdessos.

Pyrénées-Orientales. L'aurichalcite se trouve en petits sphérolites d'un vert pâle, dans la limonite d'un filon situé à quelques centaines de mètres du gisement de smithsonite de Can Pey, près Arles-sur-Tech : ce filon renferme aussi de la cuprite.

Plateau Central. — *Rhône*. L'aurichalcite de Chessy était, comme on l'a vu plus haut, l'un des types de la *buratite* de Delesse. Elle forme des fibres soyeuses d'un vert-pomme un peu bleuâtres, dans les cavités d'une smithsonite jaunâtre. L'échantillon, que possède la collection du Muséum, présente des rosettes d'un joli bleu pâle, un peu vert, dont les aiguilles de 1 à 2 millimètres sont associées à de gros cristaux de chessylite.

J'ai signalé (*B. S. M.* VII. 462. 1884) de petites lamelles d'aurichalcite dans le quartz du filon de Monchonay à Monsols.

Vosges. — [*Alsace*]. L'aurichalcite a été trouvée jadis dans le filon de galène du Katzenthal.

Le même minéral a été signalé par Delesse à Framont : les échantillons que j'ai trouvés sous ce nom dans les vieilles collections sont constitués par une variété vert pâle de malachite.

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*Minerais et minéraux du Tonkin*, 75, 1909.) des rosettes d'aurichalcite d'un bleu verdâtre pâle, accompagnant la galène et la cérusite de Cho-Ra (au N.-O. de Bac-Kan) et de Lang-Hit.

Nouvelle-Calédonie. — L'aurichalcite en lamelles d'un bleu

pâle est associée à du quartz, de la calcite et plus rarement à de la chessylite, à de la malachite et à de la cérusite, dans des échantillons provenant de la mine Pilou (vallée du Diahot).

Congo. — Dans les cavités d'une smithsonite provenant d'anciens travaux indigènes d'Yanga-Koubantza, à mi-distance entre Mindouli et Boko-Songho, des lamelles bleu vert d'aurichalcite forment de fort belles rosettes.

2° *Dans de vieilles scories métallurgiques.*

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a trouvé des houppes soyeuses d'aurichalcite vert pâle, accompagnées de cuprite, de malachyte, de chessylite, de linarite, de cérusite, d'anglésite et de gypse dans de vieilles scories de la fonderie de Poullaouen (*B. S. M.* XXXI, 274. 1908), voir p. 750.

MALACHITE

$2CuCO^3$, $Cu(OH)^2$

Monoclinique : $m\,m = 104°\,20'$ (Dx)

$b : h = 1000 : 301,030$ D $= 750,366$ $d = 661,023$

angle plan de $p = 97°\,14'\,39''$

— $m = 108°\,10'\,54''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,88093 : 1 : 0,40118. \\ zx = 61°50' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010); $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$); $\delta = (b^1\, b^{1/5}\, h^{1/3})$ ($\bar{3}23$), $\varphi = (b^1\, b^{1/13}\, h^{1/8})$ ($\bar{8}58$).

Macles. Macle suivant h^1 (100) très fréquente, produite soit par accolement, soit par pénétration; elle est souvent polysynthétique.

J'ai mesuré les angles donnés ci-contre sur des cristaux de Mindouli.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*mm$	104°20′	104°27′	$^*ph^1$	118°10′	118°6′	$\delta\delta$ s. a^1	150°4′	150°17 à 152°20′
mh^1	142°10′	142°8′	a^1h^1	88°55′				
mg^1	127°50′	127°48′	$^*a^{3/4}h^1$	98°43′		$\varphi\varphi$	151°52′	
			pm	111°53′				

Faciès. Les cristaux nets et mesurables sont très rares ; ils appartiennent à deux types.

Type I. Cristaux très allongés suivant l'axe vertical, cannelés et généralement maclés (fig. 3).

Type II. Cristaux raccourcis suivant l'axe vertical, terminés par une pyramide (fig. 2) à symbole compliqué.

Le minéral constitue souvent des rosettes ou des houppes; le plus souvent la malachite forme des masses concrétionnées à structure fibreuse, à surface tuberculeuse, botroyde, etc., tantôt lisses, tantôt hérissées de pointements cristallins; quelquefois le centre de ces masses fibreuses est à tissu très serré, alors que l'extérieur est lâche. Enfin, on trouve surtout la malachite en masses fibreuses irrégulières, en masses compactes, grenues ou terreuses.

Clivages. Clivage *p* (001) parfait, moins facile suivant g^1 (010). Cassure inégale ou subconchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3, 9 à 4,03.

Coloration et éclat. Vert foncé (vert malachite). Les variétés terreuses sont ternes. Poussière vert pâle. Translucide, transparente en lames minces.

Éclat adamantin, un peu vitreux dans les cristaux, avec aspect soyeux, souvent très vif, dans les types fibreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant, pour la lumière jaune, un angle de 23° 10′ avec l'axe vertical, dans l'angle obtus de ph^1.

$\mathbf{n}_m$ = 1,87. 2E = 89° 14′; d'où 2V 44°7 (Dx)(Na).

Dispersion nette, $\rho < v$ dans l'air. Dispersion inclinée faible.

Fig. 1. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Pléochroïsme. Le pléochroisme est très net.

$\mathbf{n}_g$ = vert malachite.
$\mathbf{n}_m$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_p$ = vert très pâle.

Composition chimique. La formule $2CuCO^3$, $Cu(OH)^2$ ou $3CuO$ CO^2, H^2O correspond à la composition *a* ; analyse de la malachite de Chessy par Vauquelin, *b*.

	a	*b*
CO^2.......	19,9	21,25
Cu O......	71,9	70,10
H^2O.......	8,2	8,75
	100,0	100,10

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, noircit et donne de l'eau. Facilement fusible au chalumeau en colorant la flamme en vert-émeraude. Sur le charbon, au feu réducteur, donne un bouton de cuivre. Soluble dans les acides avec effervescence. Soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. J'ai observé une pseudomorphose de malachite en mélaconite : on verra signalée page 760, une pseudomorphose en limonite.

Diagnostic. La malachite en fibres ou en petites aiguilles possède à peu près la même couleur que l'atacamite, la brochantite et la pseudomalachite. L'essai par un acide est caractéristique (solution avec effervescence). La comparaison des propriétés optiques des clivages fournit en outre un diagnostic commode : un peu du minéral écrasé, puis examiné entre deux lamelles de verre au microscope, donne les résultats suivants :

Malachite.	*Atacamite.*	*Brochantite.*
1° Clivage *p transv.* à l'allongement, un peu *oblique* sur la bissectrice aiguë $\mathbf{n}_p$. 2E = 89°.		
2° Clivage moins facile. g^1, montrant généralement la macle h^1 avec extinction de 28° ; la lame est parallèle au plan des axes.	Clivage g^1, faisant partie de la zone d'allongement, perpendiculaire à la bissectrice aiguë, $\mathbf{n}_p$. 2E très grand.	Clivage g^1, faisant d'ordinaire partie de la zone d'allongement perpendiculaire à la bissectrice aiguë, $\mathbf{n}_p$. 2E grand.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La malachite est le produit d'oxydation le plus fréquent des minerais sulfurés cuprifères, elle est généralement accompagnée par la chessylite. On la rencontre donc partout où se trouvent ceux-ci et notamment aux affleurements des filons métallifères; elle constitue aussi en partie les enduits de vert de gris produits par l'oxydation des objets de cuivre. Je ne séparerai pas les gisements dans lesquels

les minéraux cuprifères constituent l'élément essentiel de ceux où ils ne sont qu'accessoires. Je m'occuperai tout d'abord d'un gîte de substitution, dans lequel la malachite s'est formée directement par la réaction des produits d'oxydation des sulfures sur des calcaires et aussi par épigénie de chessylite formée par le même processus.

1° *Dans un gîte de substitution.*

Plateau-Central. — *Rhin.* La mine de Chessy, dont les conditions de gisements sont exposées page 756, a fourni de magnifiques échantillons de malachite présentant des aspects très variés. Le type le plus commun consiste en concrétions à structure fibreuse et éclat soyeux, engagées dans de l'argile ; les fibres élémentaires ont parfois jusqu'à 8 centimètres de longueur.

Cette malachite est fréquemment associée dans les mêmes blocs à de la chessylite. Elle épigénise très souvent les cristaux de ce minéral, sans qu'il y ait une relation géométrique entre les deux carbonates (voir p. 759). Les cristaux de chessylite transformés en malachite fibreuse ont souvent une surface poreuse, dans d'autres cas, ils sont recouverts d'un vernis de chessylite néogène donnant aux faces un éclat très vif.

On a vu plus haut que les cristaux de cuprite de ce même gisement sont souvent transformés superficiellement en malachite, mais dans ces pseudomorphoses, cette dernière n'est pas fibreuse (voir page 760, pour une pseudomorphose en limonite).

La malachite est souvent aussi mélangée à une psilomélane cuprifère associée à de la limonite. Enfin, la collection du Muséum possède un échantillon de calcaire siliceux recouvert par une couche de malachite fibreuse à surface extrêmement polie et brillante, qui s'est concrétionnée sur la roche solide au lieu de se former comme d'ordinaire dans l'argile.

2° *Dans les gisements métallifères sulfurés.*

Si la malachite se rencontre aux affleurements de tous les minerais de cuivre décrits dans le tome II et si, par suite, elle abonde sur le territoire français, il n'existe par contre qu'un petit nombre de gisements, dans lesquels on la trouve en abondance et avec des particularités intéressantes ; ce sont seulement ceux-là dont je vais m'occuper.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Petites masses concrétionnées dans un filon de quartz à l'île Mez-Gouelo, près Paimpol.

Aquitaine. — *Dordogne*. La collection du Muséum possède un échantillon de malachite indiqué comme provenant des Farges, près Terrasson, et comme ayant été recueilli dans les couches supérieures au terrain houiller. C'est une croûte cristalline, d'un vert presque noir, hérissée de pointements cristallins indistincts ; elle repose sur une argile un peu cuprifère.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. Les filons cuprifères, aujourd'hui abandonnés, de Canaveilles ont fourni d'assez jolis échantillons de malachite en masses mamelonnées, accompagnées de chrysocole.

Corbières. — *Hérault*. De beaux échantillons de malachite fibreuse, imprégnant des blocs de chalcosite, ont été recueillis à l'état roulé dans le ruisseau de Notre-Dame de Congra en Carlencas près Pézenas.

Cévennes. — *Gard*. M. de Brun m'a communiqué de très petits cristaux de malachite, clairsemés dans une gangue quartzeuse et provenant de la mine de zinc d'Arrigas : ils présentent les faces m, g^1 et un dôme indéterminable ; ils sont eux-mêmes formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits.

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai signalé (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) d'intéressants minéraux trouvés à las Costes en Alban-le-Fraysse. Au mur du filon d'hématite exploité, on a rencontré une poche constituée par du quartz avec du cuivre natif et de la cuprite, enveloppés par de la malachite et de la pseudomalachite, qui se sont formées à leurs dépens. Ces deux derniers minéraux constituent des masses fibreuses et mamelonnées ; ils se distinguent l'un de l'autre par leur nuance différente ; la malachite est d'un vert un peu jaune, à éclat soyeux ; la pseudomalachite est d'un vert sombre, presque noir à la partie extérieure des mamelons hérissés de pointes cristallines. La pseudomalachite forme l'extérieur des concrétions ; elle recouvre la malachite qui, elle-même, est implantée sur un noyau de cuprite ou de cuivre natif. Il existe parfois un vide entre le carbonate et le phosphate de cuivre. Assez rarement, l'ordre de cristallisation est renversé et la malachite forme des houppes de fines aiguilles à la surface de la pseudomalachite.

Loire. En masses mamelonnées aux affleurements des filons de la Pacaudière (voir à *cérusite*).

Rhône. La malachite en croûtes mamelonnées n'est pas rare dans les filons de galène des environs de Beaujeu et en particulier dans celui de Monchonay, où elle résulte de la transformation de la panabase : elle accompagne généralement la chessylite et tapisse des cavités cubiques laissées vides par la disparition de galène.

Vosges. — [*Alsace*]. La malachite concrétionnée a été rencontrée à Sainte-Marie-aux-Mines et à Framont. Dans ce dernier gisement, les géodes de cristaux d'hématite que renferme l'ocre rouge présentent parfois des houppes d'une variété de malachite d'un vert très pâle offrant quelque ressemblance avec certaines variétés d'aurichalcite. Sadebeck a signalé des pseudomorphoses de panabase en malachite (*Z. d. G.* XXIV. 459).

M. Ungemach m'a signalé en outre les gisements alsaciens suivants : Urbeis (mine Théophile) dans le Val de Villé (aiguilles soyeuses, ténues); Osenbach près Soultzmatt (touffes soyeuses dans limonite); Steinbach près Thann (sphénoèdres $b^{1/2}$ de chalcopyrite, transformés en malachite); lac d'Alfeld près Serven (Val de Massevaux) (aiguilles sur quartz), etc. Un gisement plus intéressant est celui de Mollau près Saint-Amarin, qui a fourni de magnifiques masses fibreuses de malachite pesant plusieurs kilogrammes, dont les fibres peuvent atteindre 2 cm. de longueur; il existe aussi des touffes de cristaux aciculaires atteignant 4 millimètres de longueur.

Vosges. Anozel en Saulcy-sur-Meurthe et Remémont en Entre-Deux-Eaux près Saint-Dié (masses pulvérulentes), Lubine (avec panabase), La Croix-aux-Mines (avec pyromorphite, limonite, etc.)

Belfort. Mine du Solgat à Giromagny (touffes de petites aiguilles avec campylite).

Maures. — *Var*. Le gisement cuprifère du Cap Garonne renferme de petits mamelons vert sombre de malachite, hérissés de pointements cristallins, qui sont à signaler à cause de la difficulté qu'on éprouve parfois au premier abord à les distinguer de la pseudomalachite qui les accompagne.

Algérie. — *Oran*. J'ai observé des sphénoèdres de chalcopyrite, provenant de la mine de Gar-Rouban, plus ou moins complètement

transformés en malachite fibreuse ; ces pseudomorphoses ont une surface rugueuse et irrégulière. La malachite soyeuse forme aussi des croûtes ou des mamelons isolés dans les cavités du calcaire qui sert de gangue à la chalcopyrite.

Alger. Des mamelons de malachite à cassure compacte ont été jadis rencontrés en abondance dans le gîte de panabase de Mouzaïa ; ils étaient associés à de la limonite, à de la barytine et à de la panabase.

La collection du Muséum possède une belle croûte fibreuse recouvrant de la barytine lamellaire et indiquée comme provenant de Joinville.

Congo. — Le Congo est la région française fournissant les plus beaux échantillons de malachite. Ce minéral est très répandu dans le gisement de Mindouli, d'où proviennent les magnifiques cristaux de dioptase décrits dans le tome I.

On l'y trouve en cristaux distincts se rapportant à deux types ; le premier comprend des aiguilles allongées suivant l'axe vertical, très maclées suivant h^1 et formant des buissons qui couvrent de larges surfaces de chalcosite ou enveloppent la cuprite.

Le second type est constitué par des cristaux trapus, non maclés, présentant les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010), $\delta(\bar{3}23)$ très striées parallèlement à son intersection avec g^1 et oscillant avec φ ($\bar{8}58$). Ces cristaux rappellent par leurs formes ceux du Katanga (Congo belge), qui ont été décrits par MM. Cesàro et Buttgenbach, mais ils ne présentent pas les macles suivant a^1 ($\bar{1}01$) observées dans ceux-ci. Ces cristaux sont généralement enchevêtrés les uns dans les autres et difficiles à isoler. La cassure des agrégats qu'ils forment montre de larges lames nacrées, dues aux clivages p et g^1. Elles sont mélangées avec de l'argent natif et de la cuprite dans des cavités de corrosion du calcaire ou de la chalcosite.

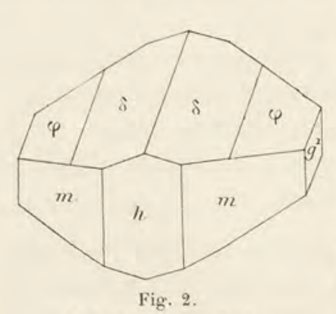


Fig. 2.
Malachite de Mindouli.

La malachite abonde aussi avec chalcosite, planchéite et cristaux de dioptase encore plus beaux que ceux de Mindouli à Pimbi, à l'ouest de cette dernière mine. Elle se trouve aussi en belles rosettes dans les fentes de minerais calaminaires de Yanga-Koubantza, entre ce

gisement et le suivant : elle est accompagnée d'un peu de chessylite.

Il faut faire encore une mention pour le gisement de M'Boko Songho, situé plus à l'ouest encore et au gisement voisin d'Akouimba. Ils consistent en poches d'argile rouge, creusées dans des calcaires paléozoïques. On y trouve isolés des blocs de malachite concrétionnée, fibreuse, et d'autres de cérusite, de galène, etc. La collection du Muséum renferme un magnifique bloc de malachite fibreuse pesant une vingtaine de kilogrammes et pouvant être comparé avec les plus belles malachites de l'Oural; il semble provenir des environs de Zinga, gisement situé dans la même région. Je dois la plupart des échantillons que j'ai étudiés à MM. Lucas et de Romeu.

La malachite abonde dans ces gisements de la vallée du Niari, dont les exploitations indigènes fournissaient jadis le cuivre à la région de l'Ogooué et au pays des Batékés. Il y a une cinquantaine d'années on a exporté par Loango au Havre et à Marseille de la malachite associée à un peu de dioptase et qui provenait probablement de ces gisements.

Madagascar. — La malachite forme des enduits cristallins et des aiguilles translucides aux affleurements du filon d'érubescite d'Ambatofangehana (province d'Ambositra); elle est intimement mélangée à des enduits et à des cristaux de brochantite de même couleur ou à de la chrysocole.

Des masses caverneuses de malachite ont été trouvées au placer Lecomte dans le district de Faujakana (près Fianarantsoa).

Nouvelle-Calédonie. — La malachite se rencontre sous forme compacte, terreuse ou fibreuse, aux affleurements des différentes mines de cuivre de l'île (mine de Balade, mines Ao et Pilou). Dans ce dernier gisement, elle forme des masses mamelonnées et des houppes soyeuses, associées à de la cérusite et à de la barytine lamellaire. Elle existe aussi seule dans les cavités d'une limonite caverneuse, en aiguilles cannelées d'un vert foncé à éclat vitreux très vif et transparent qui sont terminées par p et $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) et rappellent les cristaux de Horhausen.

Fig. 3.
Malachite de la mine Pilou.
Macle suivant h^1 (100).

J'ai reçu récemment un échantillon de cette même mine, dont la malachite fibreuse est en partie transformée en mélaconite, sans que sa structure soit modifiée.

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué des échantillons de malachite concrétionnée et fibreuse provenant de Van-Sai, sur la rivière Noire (province de Son La) ; elle accompagne la chessylite parmi les produits d'oxydation de chalcosite, de chalcopyrite et d'érubescite. Elle se trouve sous la même forme (associée à de la pyromorphite), dans le gîte de panabase de Bieng-Dong, et Giao Hiem (province de Bac Giang) ; et dans l'hématite de Lam, localité située dans la même province. M. Dupouy vient de donner des renseignements sur ces gisements dans son livre *Minerais et minéraux du Tonkin*. 1909.

3° *Dans les produits oxydés de l'industrie cuprifère.*

La malachite est un des produits secondaires les plus fréquents, parmi ceux qui résultent de l'oxydation des objets de cuivre ou de bronze ensevelis dans la terre humide. C'est elle qui forme le plus souvent la patine verte de la plupart des objets de l'âge du bronze, si fréquents sur le territoire français, des monnaies et antiquités de tout âge, qui s'y rencontrent avec non moins d'abondance : la brochantite l'atacamite se forment aussi parfois dans les mêmes conditions. Je citerai en outre une autre condition fort intéressante.

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a étudié (*B. S. M.* XXXI. 274. 1908) de vieilles scories plombeuses, cuprifères, accumulées depuis un siècle et demi au voisinage de l'ancienne fonderie de Poullaouen. Elles sont noires, vitreuses, et contiennent des globules de cuivre et de plomb, ainsi que des morceaux de charbon de bois.

Les cavités bulleuses renferment de nombreux minéraux cristallisés : cuprite, malachite, chessylite, limonite, aurichalcite, cérusite, anglésite, gypse. La malachite forme de petites masses mamelonnées à fibres très serrées et des houppes soyeuses.

Ce mode de formation est comparable à celui qui se produit dans le chapeau de fer des filons par un procédé analogue. Il se rapproche plus des procédés naturels que de celui des scories athéniennes immergées du Laurion, où l'eau de mer joue un rôle prépondérant.

CHESSYLITE

(*AZURITE*)

$2\,CuCO^3 . Cu(OH)^2$

Monoclinique $mm = 99°31'$ Dx.

$b : h = 1000 : 670.737$ $\quad$ $D = 763.092$ $\quad$ $d = 646.281$

Angle plan de $p = 99°28'35''$

— $\quad m = 91°31'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}8469 : 1 : 0{,}8789 \\ zx = 87°39' \end{array}\right]$$

Formes observées : p (001) : m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^5 (320), h^3 (210), g^3 (120);

o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^8 ($\bar{1}08$), a^5 ($\bar{1}05$), a^4 ($\bar{1}04$), $a^{7/2}$ ($\bar{2}07$), a^3 ($\bar{1}03$), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{4/5}$ ($\bar{5}04$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$);

$e^{5/2}$ (025), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021);

$d^{1/2}$ (111), $d^{1/4}$ (221), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$), $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$);

$o_5 = (d^1\, d^{1/5}\, h^1)$ (321); $a_3 = (b^1\, b^{1/3}\, h^1)$ ($\bar{2}11$); $z = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, h^1)$ ($\bar{4}11$); $\delta = (d^{1/2}\, b^{1/6}\, g^{1/3})$ (243), $\gamma = (d^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121); $\zeta = (d^1\, b^{1/2} g^1)$ (132); $x = (d^{1/2}\, b^{1/6}\, g^1)$ (241); $\eta = (d^{1/6}\, b^{1/14}\, g^{1/7})$ (4.10.7); $\chi = (d^{1/5} b^{1/2} g^1)$ (1.11.2) $\varepsilon = (b^{1/2}\, d^{1/6}\, g^1)$ ($\bar{2}45$); $\beta = (b^{1/2}\, d^{1/6}\, g^{1/3})$ ($\bar{2}43$); $\lambda = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}21$), $\pi = (b^{1/3}\, d^{1/9}\, g^{1/2})$ ($\bar{3}62$), $\omega = (b^{1/2}\, d^{1/6} g^1)$ ($\bar{2}41$); $t = (b^{1/4}\, d^{1/8}\, g^1)$ ($\bar{2}61$);

$\Sigma = (b^1\, d^{1/5}\, g^{1/2})$ ($\bar{2}32$), $v = (b^{1/2}\, d^{1/8}\, g^{1/3})$ ($\bar{3}53$), $\tau = (b^{1/2}\, g^{1/3}\, d^{1/14})$ ($\bar{6}83$), $\Delta = (b^{1/8}\, d^{1/12} g^{1/3})$ ($\bar{2}$.10.3); $i = (b^{1/9}\, d^{1/11}\, g^{1/2})$($\bar{1}$.10.2), $\mu = (b^{1/16}\, d^{1/20} g^{1/3})$ ($\bar{2}$.18.3).

Macles. Les macles sont fort rares : elles sont au nombre de deux.

1° Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) : les faces p des deux individus font entre elles un angle de 94°34'.

2° Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) : les faces p font entre elles un angle de 132°24'.

Les angles suivants ont été mesurés par Schrauf sur des cristaux de Chessy, par M. Cesàro (C.) sur un cristal de ce gisement et par moi-même sur ceux de Chessy et de la Nouvelle-Calédonie (Lx).

1. Les paramètres adoptés sont ceux de Des Cloizeaux. Schrauf a adopté pour c une valeur double, par suite :

o^1 (101) = o^2 (102)	Schrauf.	$d^{1/4}$ ($\bar{2}21$) = $d^{1/2}$ (111)	Schrauf.
e^1 (011) = e^2 (012)	—	a_3 ($\bar{2}11$) = ($\bar{2}12$)	— etc.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm av.	99°31′	
mh^5	169°11′	
mh^3	162°42′	
mh^1	139°46′	139°38′ à 40′
h^5h^5 s. h^1	121° 9′	
h^3h^3 s. h^1	134° 8′	
mg^3	160°49′	
mg^1	130°14′	
g^3g^3 s. g^1	118°50′	
po^2	135° 5′	
o^2h^1 av.	119°16′	
po^1	135° 9′	135° 1′ (Lx)
o^1h^1	137°12′	137°15′
$po^{1/2}$	117°37′	
$o^{1/2}h^1$	154°44′	
ph^1 ant.	92°21′	92°24′ à 29′20′ (Lx)
pa^8 adj.	172°35′	
a^8h^1	95° 4′	
pa^5	168°11′	
a^5h^1	99°28′	
pa^4	165°27′	165°30′
a^4h^1	102°12′	
$pa^{7/2}$	163°29′	
$a^{7/2}h^1$	104° 0′	
pa^3	160°41′	159°40′
a^3h^1	106°58′	
pa^2	152° 5′	
a^2h^1	115°34′	
*pa^1	132°43′	132°30′ à 50′
*a^1h^1	134°56′	134°50′
$pa^{4/5}$	126° 9′	126° 5′
$a^{4/5}h^1$	140° 1′	
$pa^{2/3}$	121° 3′	121°30′ 121° (Lx)
$a^{2/3}h^1$	146°36′	
$pa^{1/2}$	113°48′	113°52′ (Lx)
$a^{1/2}h^1$	153°51′	153°50′ (Lx)
$pe^{5/2}$	160°39′	
$e^{5/2}e^{5/2}$ s. p	141°18′	
$pe^{3/2}$	149°39′	149°30′,38′ (Lx)
$e^{3/2}e^{3/2}$ s. p	119°18′	
pe^1	138°43′	130°30′,28′ (Lx)
e^1e^1 s. p	97°26′	
$pe^{1/2}$	119°39′	119°35′. 38′ (Lx)
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. p	59°18′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pd^{1/2}$	127°30′	
$d^{1/2}m$	144°18′	
$pd^{1/4}$	111°46′	111°40′, à 50′
$d^{1/4}m$	160° 2′	
pm ant.	91°48′	91°45′
$pb^{1/2}$ adj.	125°10′	
$b^{1/2}m$	143° 2′	
$pb^{1/4}$	108°36′	
$b^{1/4}m$	152°36′	
$b^{1/2}b^{1/4}$	163°26′	163°30′
$pb^{1/8}$	98°27′	
$b^{1/8}m$	169°45′	
$b^{1/2}b^{1/8}$	153°17′	153°45′
pz av.	101° 4′	
pa_3	112° 7′	
ph^3 post.	87°50′	
po_5 adj.	107°30′	
ph^5 ant.	92°10′	
$p\delta$ adj.	127° 6′	
$p\gamma$ —	117° 4′	116°59′ (Lx)
px —	104°54′	
pg^3 ant.	91°12′	
$p\varepsilon$ adj.	140°18′	140°20′ (Lx)
$p\beta$ —	125°33′	125°30, à 35′, 38′ (Lx)
$p\lambda$ —	115° 9′	115° 6′
$p\pi$ —	107° 1′	107° 0′
$p\omega$ —	102°39′	102°30′ à 57′, 50′ (Lx)
$p\eta$ av.	126°26′	
$p\zeta$ av.	125°48′	
pi adj.	102°29′	
$p\tau$ adj.	107° 2′	
$p\chi$ adj.	101°52′	
pt adj.	99°11′	
$p\Sigma$ adj.	119°44′	
$p\nu$ adj.	118° 5′	
$p\Delta$ adj.	107°54′	
$p\mu$ adj.	100°22′	100°20′
χh^1 ant.	96°29′	
μh^1	96°55′	
xh^1 ant.	120° 6′	
$b^{1/8}h^1$ adj.	138°26′	
ωh^1 post.	119° 7′	
o_5h^1	147°21′	148°30′
$d^{1/4}h^1$	136°20′	136°14′ à 16′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$d^{1/4}e^{1/2}$	134°50′	
γh^1 s. $d^{1/4}$	118° 6′	
$e^{1/2}h^1$	91°10′	
λh^1 post.	116°15′	
$b^{1/4}h^1$ adj.	135°12′	
δh^1 ant.	115°28′	
βh^1 post.	112°55′	
$d^{1/2}h^1$ adj.	129° 3′	
e^1h^1 s. $d^{1/2}$	91°46′	
$b^{1/2}h^1$ adj.	126°51′	
a_3h^1 post.	146°49′	
ξh^1 adj.	162° 4′	
εh^1 post.	107° 2′	
$e^{3/2}h^1$ post.	87°58′	
xx s. $o^{1/2}$	67°22′	
$d^{1/4}d^{1/4}$ s. $o^{1/2}$	106°14′	
$\gamma\gamma$ s. o^1	79°52′	
$d^{1/2}d^{1/2}$ s. o^1	118°18′	
$d^{1/2}$ o^1	149° 9′	
$\chi\chi$ s. g^1	153°18′	
g^1 ζ	139° 0′	
g^1o^2	90°	
μg^1	167°15′	167°30′
$\mu\mu$ s. g^1	154°30′	154°30′, 26′ (Lx)
$\Delta\beta$	156°39′	156°30′
βg^1	134°29′	134°51′
$\beta\beta$ s. g^1	88°58′	89°
*$g^1b^{1/2}$	121°53′	121°53′
$\lambda b^{1/2}$	160°40′	160°30′
$\nu b^{1/2}$	165°50′	165′30′
$\Sigma b^{1/2}$	168°51′	169°10′
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	116°13′	
$b^{1/2}a^1$	148° 6′	148°20′
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. g^1	63°47′	63°40′
ωg^1	147°10′	
$t\omega$	170°27′	170°26′ (C)
$\omega a^{1/2}$	122°50′	122°35′
$\omega\omega$ s. g^1	114°20′	
$\tau a^{1/2}$	134° 4′	133°30′
$b^{1/4}a^{1/2}$	142°14′	141°50′
$a_3a^{1/2}$	158°49′	158°30′
$b^{1/8}b^{1/8}$ adj.	100°31′	
$\xi\xi$ adj.	156°32′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$o^{1/2}$ m adj.	133°39′	
$o^{1/2}d^{1/2}$ adj.	144°57′	
$o^{1/2}e^{1/2}$ s. $d^{1/2}$	103°16′	
$\delta e^{1/2}$	153°33′	153°45′
$\eta e^{1/2}$	157°50′	157°30′
$\zeta e^{/2}$	160°57′	161°25′
$e^{1/2}m$ post.	123° 5′	123° 8′, 1′ (Lx)
Δm adj.	139° 4′	148°48′
ωm adj.	156° 6′	156° 6′ 2′ (Lx)
$o^{1/2}h^3$ adj.	146°23′	
e^1 β	154° 3′	
e^1 Σ	145°22′	
$e^1b^{1/4}$	130° 5′	
e^1h^3 post.	103°13′	
$o^1d^{1/4}$	139°42′	139°30′ à 35′
o^1g^3 ant.	111°55′	
$o^1e^{1/2}$	110°32′	
o_5m	161° 2′	
o^1m adj.	124° 4′	
o^1e^1 —	122°11′	
o^1 λ s. e^1	88°40′	
e^1m post.	113°45′	
λm adj.	147°16′	
γm adj.	148°44′	
ζm —	137° 5′	
e^1m ant.	116°44′	116°53′
$\gamma\zeta$	168°21′	168°15′
e^1a^1 s. b^1	120°38′	
a^1a_3	151°54′	
a^1m adj.	122°38′	122°20′
a_3m	150°44′	
xm adj.	156°59′	56°50′ (Lx)
$e^{1/2}m$ ant.	125°14′	125°10′ (Lx)
βm s. $e^{1/2}$	98°56′	99° 4′ (Lx)
$b^{1/2}m$ —	83°19′	83°15′ (Lx)
$a^{1/2}e^{1/2}$s. $b^{1/2}$	101°31′	
$a^{1/2}$ β —	127°49′	127°38′
$a^{1/2}b^{1/2}$ adj.	143°26′	144°
$a^{1/2}m$	133°15′	
$\beta\nu$	171°31′	171°30′
$\beta\tau$	159° 4′	158°30′
βm adj.	138°35′	138°40′
$e^{3/2}m$ s. β	107°25′	107°30′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^{2/3}m$ adj.	129°36′	129°30′
$d^{1/4}h^5$	157°39′	
$d^{1/4}a^1$ s. $e^{3/2}$	74°23′	74°20′
$e^{3/2}a^1$ sur $b^{5/4}$	125°50′	
a^1h^1 adj.	127°58′	
$a^2b^{1/4}$ adj.	128°21′	
$a^2e^{3/2}$	139°41′	
$e^{3/2}\gamma$	141°17′	141°19′
$\eta\gamma$	169°37′	169°55′
βa^1	134°17′	134°
ωm	156° 6′	
εm adj.	125°22′	
$e^{5/2}m$ s. ε	100°38′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$d^{1/4}h^3$ adj.	154°10′	
e^1h^3 s. $d^{1/4}$	106°35′	
$d^{1/4}a^{1/2}$ s. e^1	60° 5′	
$\delta a^{1/2}$ —	82°41′	
$e^1 a^{1/2}$ s. $b^{3/4}$	107°40′	
$\varepsilon a^{1/2}$	127°29′	
tm	149°47′	150° (C)
$i\omega$	156°45′	156°43′ (C)
im	134°59′	135° 6′ (C)
$e^{3/2}g^1$	120°21′	
o_5g^1	117°58′	
γg^1	140° 4′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de chessylite, souvent très riches en faces, présentent des combinaisons fort nombreuses se rapportant à des types variés ; comme tous ceux-ci sont réalisés à Chessy, je donnerai plus loin leur description en étudiant ce gisement.

La base manque rarement, et les cristaux sont fréquemment aplatis parallèlement à elle ; ils sont souvent allongés suivant l'axe b, plus rarement suivant l'axe a.

Les faces de la zone de symétrie (particulièrement p et h^1) sont fréquemment striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Les Traités de Minéralogie indiquent que les stries de la face p sont parallèles à l'axe a, cela n'est qu'une assez rare exception pour les cristaux de Chessy que j'ai étudiés.

La chessylite forme très fréquemment des boules constituées par des cristaux enchevêtrés (fig. 2), des masses stalactiformes à structure plus ou moins fibreuse (fig. 3 et 4), enfin des masses compactes ou terreuses, mais toujours microcristallines.

Clivages. Clivages, parfaits, mais interrompus suivant $e^{1/2}$ (021) ; distincts suivant h^1 (100), très difficiles suivant m (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3, 77 à 3,83.

Coloration et éclat. Bleu de diverses nuances, depuis le bleu de Prusse, presque noir, jusqu'au bleu de ciel clair. Les cristaux de

Chessy, quelle que soit leur taille, sont en général très foncés. Poussière bleue, de couleur plus claire que les cristaux. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux tirant sur l'adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), faisant un angle de 12°39′ avec l'axe vertical, dans l'angle aigu de $p\ h^1$; une lame parallèle à p (001) est par suite presque perpendiculaire à cette bissectrice. Dispersion nette $\rho > v$ et dispersion horizontale assez prononcée.

Fig. 1. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010).

2 H = 82° 5′, d'où 2 E = 151° (Dx) (entre vert et bleu).

L'écartement des axes diminue avec la température.

Pléochroïsme. La chessylite est faiblement pléochroïque, $\mathbf{n}_m = \mathbf{n}_p > \mathbf{n}$.

$\mathbf{n}_g$ =	bleu clair
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$	bleu azur foncé

Composition chimique. La formule 2 $CuCO^3$. $Cu(OH)^2$ ou 3 CuO. 2 CO^2, H^2O correspond à la composition *a*.

Analyses de la chessylite de Chessy *b*/ par Phillips, *c*/ par Vauquelin.

	a	*b*	*c*
CO^2.......	25,6	25,46	25,0
CuO.......	69,2	69,08	68,5
H^2O........	5,2	5,46	6,5
	100,0	100,00	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour la malachite.

Altérations. La chessylite se transforme en malachite par perte d'anhydride carbonique et gain d'eau. Le carbonate vert ne présente pas de relations d'orientation avec la chessylite (voir page 759).

Enfin, on connaît dans quelques gisements des pseudomorphoses de chessylite en cuivre natif, en limonite.

Diagnostic. La chessylite ne peut guère être confondue qu'avec la linarite, monoclinique comme elle. Elle s'en distingue en ce qu'elle se dissout avec effervescence dans les acides sans résidu et en fournissant une solution ne donnant que les réactions du cuivre. La bissectrice aiguë est de signe contraire dans les deux minéraux (voir à linarite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chessylite peut être étudiée en France dans les deux catégories de gisements suivants :

1° dans un gîte de substitution ;
2° dans des filons métallifères ;
3° dans des roches sédimentaires ;
4° dans les produits d'oxydation d'objets métalliques en cuivre.

1° *Dans un gîte de substitution.*

Plateau-Central. — *Rhône.* Les carbonates de cuivre ont été découverts à Chessy en 1811, au cours de l'exploitation d'un gîte sulfuré. Ce gisement a fourni les admirables cristaux, qui sont dans toutes les collections et qui, pendant de longues années, ont été l'un des minerais exploités dans cette mine. C'est le gisement classique pour l'étude de ce minéral, que Brooke et Miller ont proposé de désigner sous le nom de *chessylite* (*Mineralogy*, 1852. 594), afin d'éviter les inconvénients que présentait le nom d'*azurite*, employé par divers auteurs avec des significations différentes.

Un ancien directeur de la mine, Raby, a donné (*A. M.* IV. 393. 1833.) des renseignements précis sur le gisement des divers minéraux que l'on ne trouve plus que dans les collections, la mine étant abandonnée depuis longtemps, et ses haldes, que j'ai souvent explorées, ne fournissant plus de beaux échantillons.

A Chessy, les marnes et les grès triasiques (recouverts par le jurassique), à strates très relevées, butent par faille contre des schistes micacés et des cornéennes (précambriens), métamorphisés par le granite. Au milieu de cette formation ancienne, elle-même imprégnée de sulfures, se trouvent des lentilles essentiellement sulfurées (pyrite, chalcopyrite, avec blende, un peu de galène, et, au mur, de la magnétite ; la barytine abonde, surtout sur les bords). Ce gîte sulfuré a été longtemps exploité, il constituait la *mine jaune*.

Au voisinage de la faille, les schistes et les cornéennes grisâtres sont très altérés ; la chalcopyrite est en partie transformée en mélaconite, associée à un peu de cuivre natif (*mine noire*).

Le contact de ces roches anciennes avec le trias ne se fait pas directement ; les deux formations sont séparées par une faille verti-

cale, ayant de deux à quatre mètres de largeur et remplie par de l'argile rouge (*mine rouge*), contenant des débris de quartz, de schistes et de cornéennes souvent imprégnés de cuprite et de cuivre natif; ces mêmes minéraux abondent dans l'argile.

Enfin, la *mine bleue*, caractérisée par la chessylite, se trouve uniquement dans les grès et dans les argiles triasiques ; la zone imprégnée de carbonates a été reconnue sur une longueur de 400 m. (horizontalement $40^m \times 20^m$).

C'est là un gîte de substitution typique ; les carbonates métalliques qu'il renferme résultent de l'attaque du calcaire magnésien des assises triasiques par les sulfates solubles, produits par la décomposition du gîte sulfuré ; la chessylite est d'autant plus pure qu'elle est située plus loin de celui-ci. Elle est accompagnée de malachite, de smithsonite et les argiles contiennent localement une proportion de fer, pouvant s'élever jusqu'à 30 °/₀ de métal. La chessylite constitue des veines parallèles à la stratification, imprégnant la roche sédimentaire ; la plus importante des veines exploitées mesurait $30^m \times 150^m \times 0^m 50$.

Ces carbonates sont accompagnés de masses d'*halloysite* blanche, verte, bleue, noire ou jaune, plus ou moins concrétionnée, associée à de la chrysocole, à de la cuprite et renfermant des nœuds siliceux (en partie opale) roux, qui passent insensiblement au silicate d'alumine.

Avec la chessylite, se trouvent de la *malachite* fibreuse, des cristaux de *cuprite*, de magnifiques cristaux de *smithsonite* verte, généralement antérieurs à la chessylite, alors que de petites houppes d'*aurichalcite* sont postérieures à celle-ci. J'ai observé quelques cristaux de *barytine* implantés sur la chessylite. Drian a signalé des cristaux de calcite ($e^2 b^1$).

Enfin, pour compléter ce qui concerne les minéraux fournis par ce gisement célèbre, il me reste à signaler la production continuelle dans les galeries de mine, lors de l'exploitation, de stalactites de chrysocole, de chalcanthite, de mélantérite, de dendrites de cuivre natif incrustées sur les boiseries et enfin de cristaux de gypse, qui étaient, paraît-il, tout à fait remarquables. Aujourd'hui encore, sur les tas de déblais, on peut voir, les jours de sécheresse, se former un givre de divers sulfates.

La chessylite ne se présente pas seulement en masses cristallines d'imprégnation ; toutes les fentes de la formation, les cavités et les

fissures de retrait de l'halloysite, des rognons siliceux roux sont tapissées de beaux cristaux. On rencontre aussi, surtout dans les argiles, des nodules ou des boules, dont les dimensions dépassent celles de tête. Ces concrétions sont souvent géodiques et alors leurs cavités sont tapissées de magnifiques cristaux à faces brillantes. Dans d'autres cas, c'est l'extérieur des nodules qui est hérissé de cristaux (fig. 2) ; les faces de ceux-ci sont généralement ternes, comme cela a lieu aussi pour les cristaux isolés au milieu de l'argile.

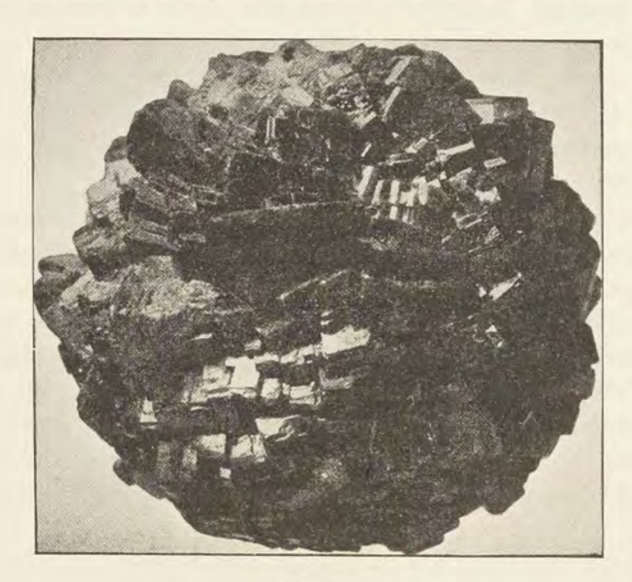


Fig. 2.
Nodule de chessylite formé par des cristaux (type I) enchevêtrés.
(*Grandeur naturelle.*)

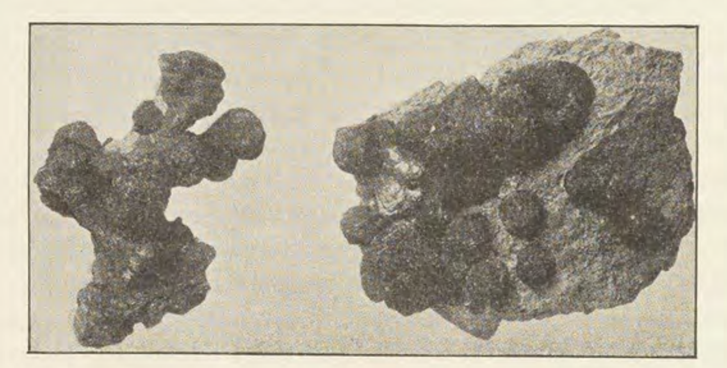


Fig. 3 et 4.
Gerbe de cristaux de chessylite de Chessy. (*Grandeur naturelle.*)

Le centre de cette dernière catégorie de nodules est généralement compact et parfois occupé par de la cuprite. Il y a lieu de noter que ces

nodules de cristaux à faces peu brillantes, supportent parfois de véritables bouquets de cristaux à faces très éclatantes.

Les cristaux se groupent aussi parfois en gerbes (fig. 3 et 4).

La chessylite a été rencontrée implantée sur de la psilomélane cuprifère; enfin j'ai observé des blocs de grès ferrugineux creusés de grandes cavités, plus ou moins globulaires, sur les parois desquelles se trouvent disséminés des cristaux fort nets.

L'association dans les mêmes échantillons de la chessylite et de la malachite est extrêmement fréquente : très souvent, la transformation du carbonate bleu en carbonate vert s'est opérée à partir de la gangue, et a gagné de proche en proche, sans atteindre la surface des cristaux, qui est constituée par une très mince pellicule de chessylite intacte, à travers laquelle on peut même voir çà et là la malachite sous-jacente.

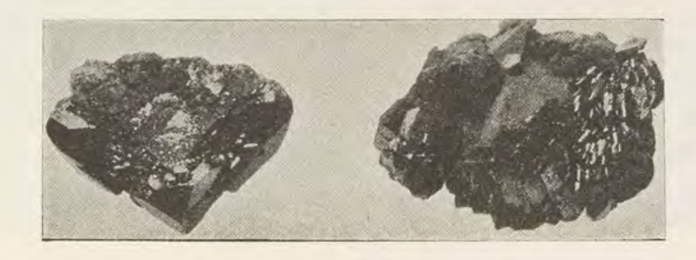


Fig. 5 et 6.
Chessylite néogène implantée sur pseudomorphoses de chessylite en malachite : elle est orientée (fig. 5) ou non (fig. 6) sur le cristal ancien. Chessy. (*Grandeur naturelle.*)

Ce cas est réalisé par quelques-uns des plus gros et des plus beaux cristaux que j'ai examinés et dont les faces sont remarquablement éclatantes. Souvent il y a eu en outre néogenèse de chessylite, dont les beaux cristaux sont implantés sur la malachite fibreuse, ou sur les épigénies : dans ce dernier cas, tantôt la chessylite néogène est géométriquement orientée sur la pseudomorphose (fig. 5) et tantôt elle est disposée sans ordre sur elle (fig. 6).

Beaucoup plus rarement que la malachite, la chessylite épigénise des cristaux de cuprite et les deux carbonates sont quelquefois associés dans la même pseudomorphose. M. Doll a décrit (*Verhandl. K. K. geol. Reichanst.* 1902. 88) des cristaux de chessylite creux, remplis par de petits cristaux néogènes du même minéral ; il a

trouvé aussi dans des croûtes de chessylite, partiellement transformées en malachite, des épigénies de ces deux minéraux en limonite.

Les échantillons les plus volumineux de chessylite sont constitués par des cristaux plus ou moins lenticulaires, enchevêtrés les uns dans les autres : leur étude cristallographique est par suite assez pénible.

Enfin, il me reste à signaler des variétés terreuses, englobant généralement en grande quantité tous les éléments du grès.

La chessylite de Chessy a fait l'objet de nombreux travaux ; ses cristaux ont été tout d'abord décrits par Cordier, d'après les obser-

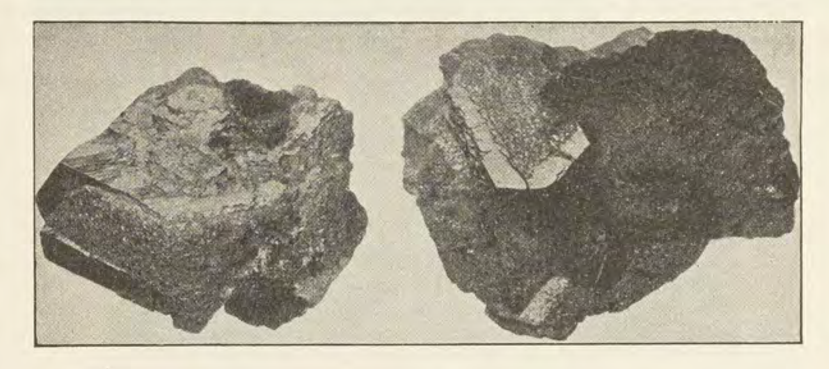


Fig. 7.
Cristaux polysynthétiques de chessylite de Chessy (Type VII). (*Grandeur naturelle.*)

vations d'Haüy (*A. M.* IV. 1. 1819), puis un grand nombre de leurs combinaisons ont été figurées par Lévy (*op.cit.*), par Zippe (*Abhandl. Bömisch. Gesell. Prag.* 1830), par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II) ; enfin Schrauf) *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien.* 64. 1871) les a étudiés dans sa monographie de la chessylite ; la plupart des figures données plus loin sont empruntées à l'*Atlas der Krystallformen* de cet auteur (Pl. XXVI à XXIX. 1872).

J'ai moi-même examiné un très grand nombre de cristaux, réunis jadis par mon grand-père ou faisant partie de diverses collections.

Les nombreuses combinaisons observées peuvent être groupées en un certain nombre de types, présentant d'ailleurs des passages les uns aux autres. Quelques caractères sont communs à tous ceux-ci ; la base n'est jamais absente ; elle constitue parfois un plan de grand aplatissement. La pyramide $d^{1/4}$ (221) ne manque que rarement. Les

caractères sur lesquels je me suis basé pour établir les types qui vont être passés en revue sont fondés sur le rôle joué par la zone verticale, puis par la zone ph^1, par la zone $p\,m$, etc.

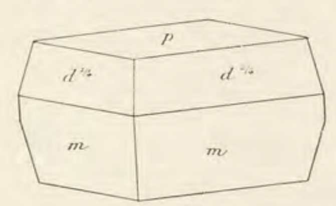
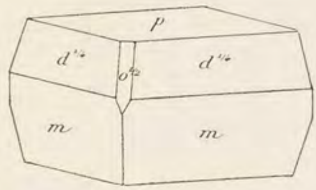



Fig. 8 et 9.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

Les cristaux de chessylite de Chessy sont souvent très polysynthétiques; certains de leurs types ont une grande tendance à former des

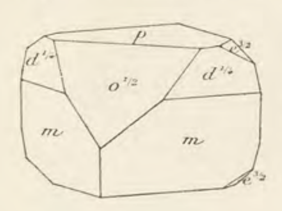
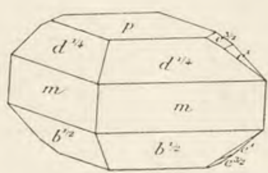
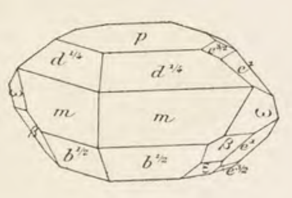




Fig. 10, 11 et 12.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

groupements crêtés, dont les arêtes ont quelquefois une structure continue, alors que la plupart de leurs faces montrent une structure complexe (fig. 7).

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance des faces de la zone prismatique ; les figures 1 à 29 représentent les principales combinaisons observées, que l'on peut diviser en deux groupes.

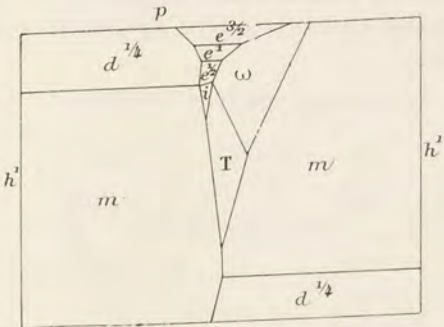
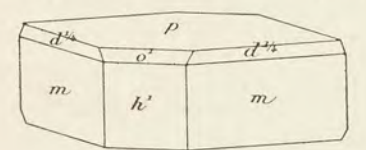


Fig. 13.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

a. Le prisme *m* existe seul dans la zone verticale ; dans la zone $p\ m$, tantôt $d^{1/4}$ se présente seul (fig. 8 à 10), tantôt au contraire (fig. 11 et 12), on observe $b^{1/2}$ aussi développé que lui. Par l'apparition, puis par le grand développement de o^1 ou de $o^{1/2}$, ces cristaux (fig. 10)

passent au type IV. Les cristaux ne sont pas toujours aussi simples de forme ; ils se compliquent souvent par l'apparition de $e^{1/2}$, e^1, $e^{3/2}$ et de pyramides en zone : ω ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$), ε ($\bar{2}45$). C'est sur un cristal



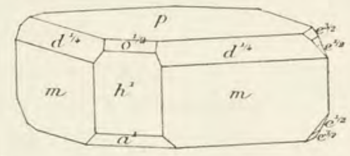
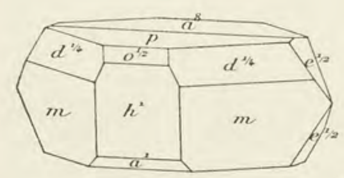


Fig. 14 et 15.
Chessylite de Chessy (Type I *b*).

de ce type, que M. Cesàro a observé les deux formes $\bar{i}$ ($\bar{1}$.10.2) (voisines de μ) et *t* (261), (fig. 13) (*Bull. Ac. sciences, Belg.* 130, 1905).

Les combinaisons simples des figures 8 à 10 se trouvent parfois au



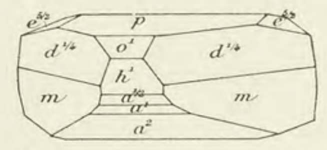


Fig. 16 et 17.
Chessylite de Chessy (Type I *b*).

milieu de l'argile en individus isolés ; ce sont à peu près les seules qu'il soit encore possible de recueillir sur les vieilles haldes. Fréquemment une face $d^{1/4}$ d'un côté et une face *m* de l'autre, prennent un développement exagéré. Ces cristaux sont quelquefois très aplatis suivant la base.

Le passage au type suivant se

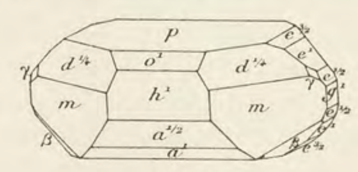


Fig. 18.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

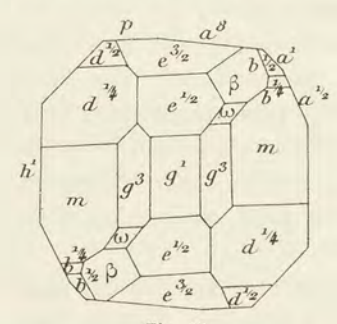


Fig. 19.
Chessylite de Chessy [projection sur g^1 (010)].

fait par des cristaux, dans lesquels h^1 (100) est à peine développé.

b. Ce sous-type diffère du précédent par le développement plus ou

moins considérable de h^1, ce qui entraîne comme conséquence un allongement corrélatif suivant l'axe *b*.

Tantôt ces cristaux sont également développés suivant *c* et *a* et tan-

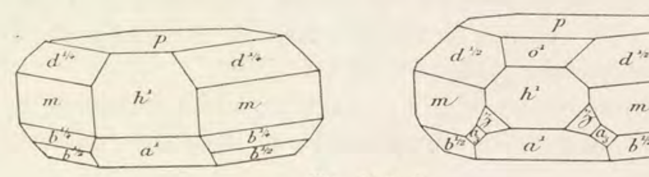


Fig. 20 et 21.
Chessylite de Chessy (Type I *b*).

tôt au contraire, ils sont aplatis suivant *p*; les faces sont généralement très striées parallèlement à l'arête $p\,h^1$, ou exceptionnellement suivant l'arête $p\,g^1$. La forme h^1 est presque toujours accom-

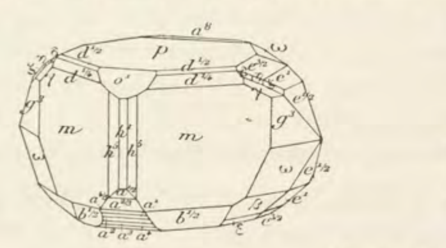
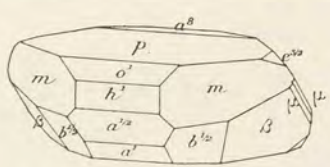


Fig. 22 et 23.
Chessylite de Chessy (Type I *c*).

pagnée de divers dômes : o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), plus rarement a^8 ($\bar{1}08$), a^5 ($\bar{1}05$), a^4 ($\bar{1}04$), a^3 ($\bar{1}03$), a^2 ($\bar{1}02$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$); les prismes h^3 (210), h^5 (320), g^3 (120), sont exceptionnels. La figure 19



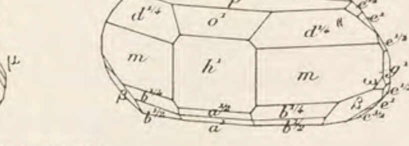


Fig. 24 et 25.
Chessylite de Chessy (Type I *c*).

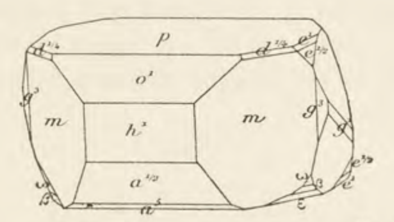
empruntée à Des Cloizeaux est une projection sur g^1 (010) montrant les formes les plus communes dans ce type, avec en outre g^3.

Là encore, ou bien $d^{1/4}$ est la seule pyramide existant dans la zone *p m* (fig. 14 à 18), ou bien, et plus souvent il existe en outre d'autres

formes $d^{1/2}$, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$; il est extrêmement rare que $d^{1/4}$ manque complètement (fig. 24). Ces différents cristaux se distinguent les uns des autres, par la façon dont ils se terminent aux extrémités de l'axe b ; parfois il n'y existe ni dôme, ni pyramide (fig. 14 et 20) ; plus souvent (fig. 15 à 18, etc.), on y voit des faces de la zone $p\ g^1$: $e^{3/2}$, e^1, $e^{1/2}$ avec quelquefois g^1 (fig. 18, 21).

On peut distinguer un type I_c, dans lequel les formes ω, β, ε (en zone) prennent un grand développement aux deux extrémités de l'axe b (fig. 22 à 25).

De nombreuses autres formes ont été aussi observées, les unes,



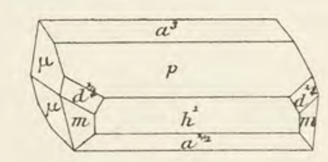
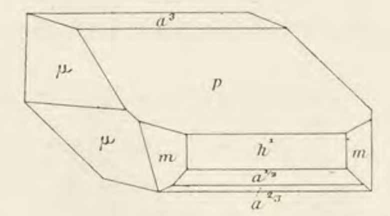


Fig. 26 et 27.
Chessylite de Chessy (Type I d). Les deux faces non notées de la figure 26 sont μ $(\bar{2}.18.3)$

très fréquemment : telles que ω $(\bar{2}41)$, β $(\bar{2}43)$, ε $(\bar{2}45)$, alors que d'autres sont plus ou moins rares, telles que z $(\bar{4}11)$, a_3 (211), γ (121), δ (243), η $(4.10.7)$. J'ai rencontré aussi sur des cristaux du type de la fig. 22 des faces courbes indéterminables, situées entre $b^{1/2}$ et les hémidômes a.



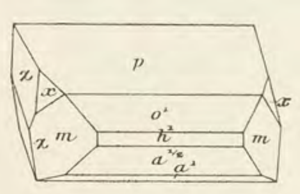


Fig. 28 et 29.
Chessylite de Chessy (Type I d).

Parmi les cristaux de Chessy que j'ai examinés, les plus beaux appartiennent aux types I_b et I_c : quelques-uns d'entre eux présentent la particularité d'avoir une section à peu près carrée, par suite de l'égal développement des faces p et h^1 dans la zone d'allongement : de même, les faces e^1 et m, dont l'angle est très voisin, présentent un égal déve-

loppement, de telle sorte que les cristaux affectent un aspect pseudoquadratique, si l'on ne s'occupe que des formes dominantes.

Les cristaux de ce type se rencontrent parfois clairsemés à la surface d'halloysite ou de silex roux ; ils sont alors remarquablement nets et peuvent être parfois isolés à l'état complet. D'autres se réunissent en très grand nombre à axes parallèles pour former des groupements

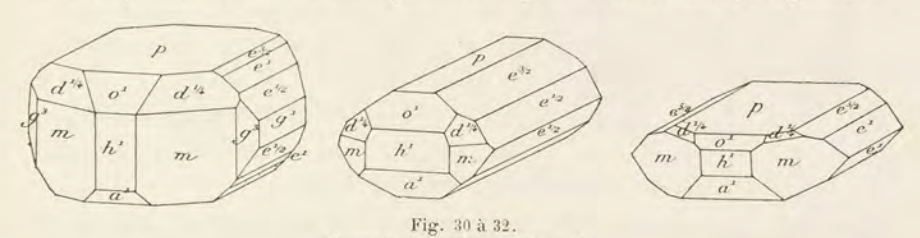


Fig. 30 à 32.
Chessylite de Chessy (Type II).

compliqués, allongés suivant l'axe *a* et se terminant à l'extrémité de celui-ci par des pointements aigus.

Enfin il me faut signaler quelques cas fort rares (Type I_d), les formes prédominantes aux extrémités de l'axe *b* sont des pyramides à symbole compliqué : μ $(\bar{2}.18.3)$, χ $(1.11.2)$, x (241) (fig. 27 et 29, d'après Des Cloizeaux, *op. cit.*, pl. XLVI, fig. 327 et 328).

La figure 28 représente un cristal de ce type, que j'ai rencontré

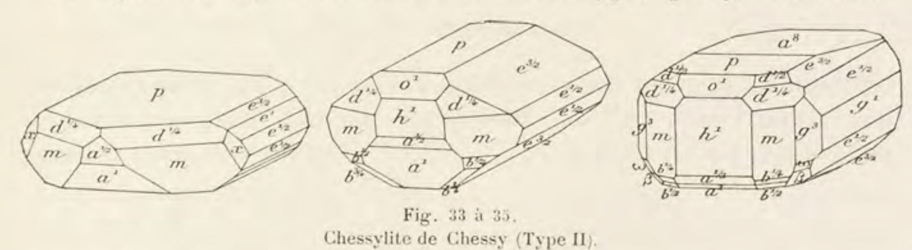


Fig. 33 à 35.
Chessylite de Chessy (Type II).

sur de la psilomélane concrétionnée. Un autre analogue supporte des cristaux de barytine. Quand dans les cristaux de cette variété, les faces *m* sont peu développées, il y a passage au type III.

Type II. La caractéristique de ce type réside dans ce que, comme dans le précédent, la zone prismatique est développée, mais en outre, la zone pg^1 prend une grande importance grâce à un allongement plus ou moins net suivant l'axe *a*. Les formes $e^{5/2}$ (025) et x (241) ont été trouvées dans ce type, dont les principales modalités sont représentées par les figures 30 à 35.

Ce type est peu fréquent : ce n'est guère que dans les cristaux qui s'y rapportent que j'ai rencontré les stries sur p parallèles à $p\,g^1$, signalées par tous les auteurs comme celles qui caractérisent la

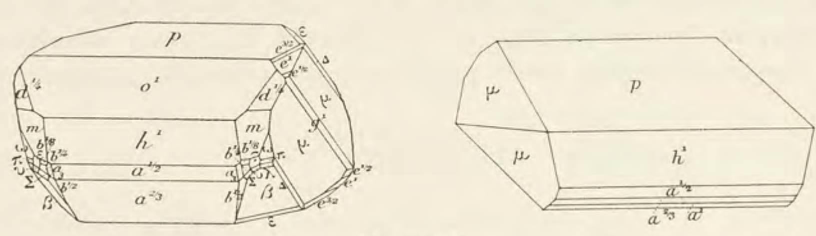


Fig. 36 et 37.
Chessylite de Chessy (Type III).

chessylite, alors que les stries parallèles à l'axe b, sont, comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, les plus générales à Chessy.

Type III. Le faciès des cristaux appartenant à ce type rappelle

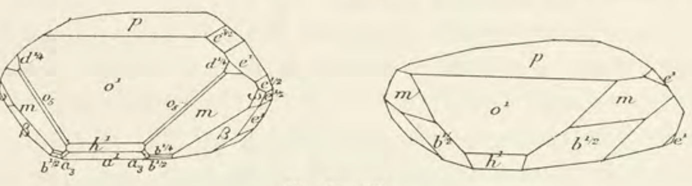


Fig. 38 et 39.
Chessylite de Chessy (type IV).

celui qui est fréquent dans les cristaux d'épidote ; les cristaux, allongés suivant l'arête ph^1, sont très aplatis par suite du grand développement pris par les faces p, o^1, h^1, $a^{1/2}$, $a^{2/3}$, faisant avec leurs voisines

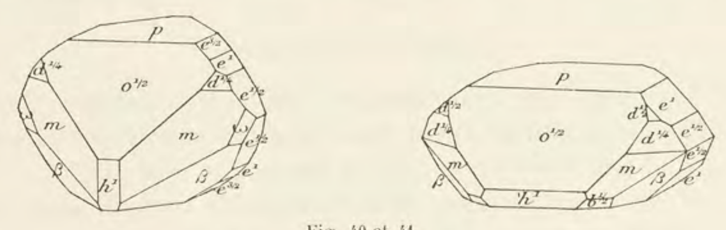


Fig. 40 et 41.
Chessylite de Chessy (Type IV).

des angles très obtus. La zone verticale existe souvent (fig. 36), mais ne saute plus aux yeux comme dans les types précédents. Le plus grand développement de m conduit au type I d.

Les pointements sont souvent constitués par des formes à symboles

compliqués ; la figure 36 représente d'après Schrauf, un cristal remarquablement complexe, dans lequel ont été observées, en outre de certaines formes déjà signalées dans les types précédents, certaines autres qui lui sont spéciales : $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$), Σ ($\bar{2}32$), v ($\bar{3}53$), λ ($\bar{1}21$), π ($\bar{3}62$), τ ($\bar{6}83$) et, dans la zone $\beta\,\rho\,g^1$, qui est remarquablement développée, la pyramide Δ ($\bar{2}.10.3$).

La figure 37 représente des cristaux que j'ai observés, soit isolés sur des rhomboèdres de smithsonite, soit implantés sur de la chessylite grenue ; ils sont, à l'inverse des précédents, remarquables par leur simplicité.

Les cristaux de ce type, souvent très aplatis, ont une tendance à former des groupements d'un grand nombre d'individus, rappelant les feuillets d'un livre, qui serait ouvert autour de l'axe d'allongement a. Ces groupements couvrent parfois de larges surfaces : je les ai aussi observés dans les cavités d'une psilomélane un peu friable.

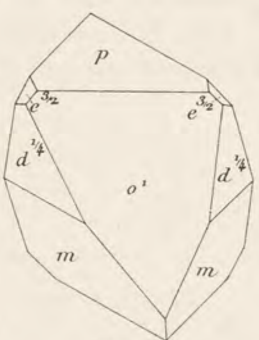


Fig. 42.
Chessylite de Chessy (Type IV, passage au type I a).

Type IV. Ce type est caractérisé par la prédominance d'un hémi-

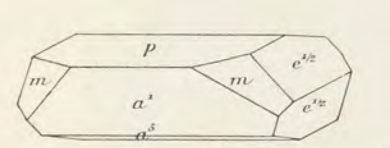
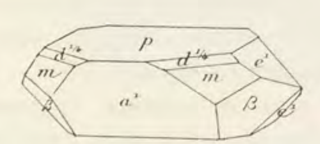


Fig. 43 et 44.
Chessylite de Chessy (type V).

dôme antérieur o^1 (fig. 38 et 39) ou $o^{1/2}$ (fig. 40 et 41) ; h^1 est fréquent (fig. 38 à 41)), quand il manque (fig. 42, empruntée à Des Cloizeaux,



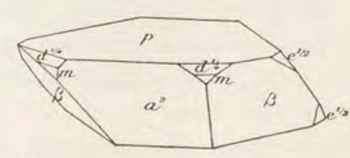


Fig. 45 et 46.
Chessylite de Chessy (Type V).

op. cit., fig. 325), la combinaison passe au type I a. Ces cristaux ressemblent parfois à des rhomboèdres basés, quand les faces p et m (ou $d^{1/4}$) ont le même développement.

Les cristaux de ce type sont assez fréquents, ils atteignent souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension, et sont formés alors par un grand nombre d'individus, réunis à axes plus ou moins parallèles. Ils constituent aussi des assemblages crêtés ou irréguliers. La pyramide o_5 (321) a été observée sur un cristal de ce type (fig. 38).

Type V. La caractéristique de ce type réside dans le grand développement pris par un hémidôme postérieur, a^1 (fig. 43 à 45) ou plus

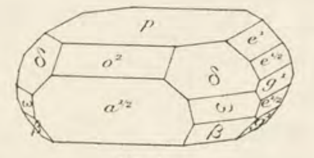


Fig. 47.
Chessylite de Chessy (Type VII).

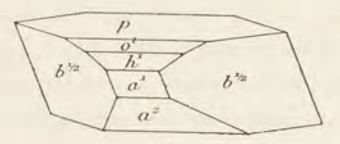
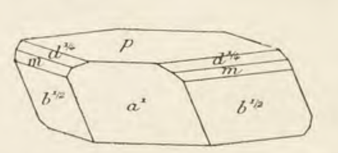


Fig. 48.
Chessylite de Chessy (Type VIII).

rarement a^2 (fig. 46); les cristaux sont allongés suivant l'arête ph^1 et tantôt terminés latéralement seulement par des faces de la zone pg^1 (fig. 43 et 44) et tantôt en outre (fig. 45 et 46) par β ($\bar{2}43$).

Type VI. Ce type, qui paraît fort rare, se signale par l'absence des faces prismatiques et par le grand développement des zones $p\ a^{1/2}$, $p\ g^1$, $p\ \omega$ (fig. 47).

Type VII. Ce type se fait remarquer par la prédominance de $b^{1/2}$,



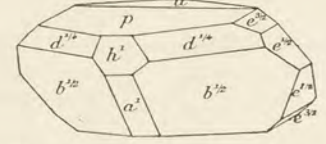


Fig. 49 et 50.
Chessylite de Chessy (Type VII).

parmi les formes associées à p, avec fréquence de a^1 et l'absence ou la réduction des faces de la zone verticale. Il est très fréquent, surtout parmi les gros cristaux qui couvrent de vastes surfaces.

Souvent les faces p et $b^{1/2}$ sont plus ou moins également développées; elles existent parfois seules; les cristaux à arêtes très tranchantes (fig. 53 et 54) ont l'apparence de pseudorhomboèdres très obtus. Dès que $d^{1/4}$ apparaît, les cristaux perdent leur aspect lenticulaire et deviennent épais; les fig. 48 à 50 représentent des exemples de ce type, dans lesquels a^1 est très développé.

Ce sont deux cristaux de ce genre qui constituent la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$), représentée par la figure 51, d'après M. Groth (*Die Mineral-samml. Strassburg*, 1878. 139. fig. 59). Je n'ai pas observé personnellement cette macle.

Quand les cristaux sont très aplatis suivant p, $b^{1/2}$ est réduit; plus encore que les types précédents, les cristaux de ce genre forment des groupements crêtés (fig. 52). Lorsqu'ils sont de grande taille, et c'est le cas le plus général, ils ont presque toujours une structure polysynthétique singulière; les faces p, très striées suivant l'arête pa^1, supportent parfois de très petits cristaux du type I, aplatis et orientés d'une façon régulière sur leur hôte (fig. 53 et 54). Les faces $b^{1/2}$ et a^1 sont souvent constituées par l'assemblage d'un nombre considérable de petits cristaux de même forme à faces courbes; ils

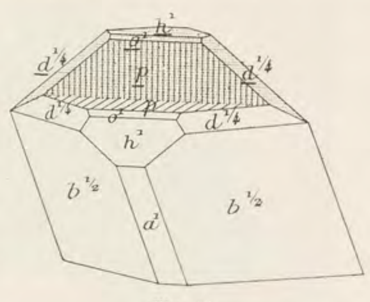


Fig. 51.
Chessylite de Chessy. Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) de cristaux du type VII.



Fig. 52.
Chessylite de Chessy (Type VII). (*Photographie, grandeur naturelle.*)

sont groupés à axes parallèles et imbriqués à la façon des ardoises d'un toit (fig. 55). Parfois même, tout le cristal a la même structure. Dans d'autres cas, seule la partie centrale des faces $b^{1/2}$ est polysyn-

thétique, alors que leurs bords sont continus et brillants, comme la surface entière des faces m et $d^{1/4}$ (fig. 7).

Les cristaux de ce type n'ont pas toujours cette simplicité de forme;

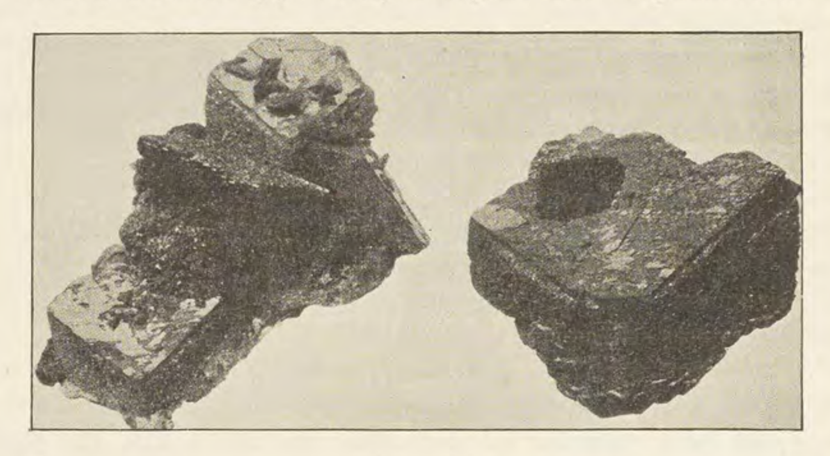


Fig. 53 et 54.
Chessylite de Chessy (Type VII). Les faces p sont couvertes de cristaux brillants de chessylite néogène.

ils présentent fréquemment encore $e^{1/2}$, e^1, $e^{3/2}$, ω, β, ε, et plus rarement de petites facettes o^1 et des hémidômes postérieurs autres que a^1.

Type VIII. La caractéristique de ce type réside dans l'égal développement de $b^{1/2}$ et de $d^{1/4}$, associés à p (fig. 56); ils passent au type VII par réduction de $d^{1/4}$, qui, comme dans celui-ci, a toujours des faces continues, alors que $b^{1/2}$ est souvent polysynthétique; il passe enfin au type I des figures 11 et 12, par apparition de m (110).

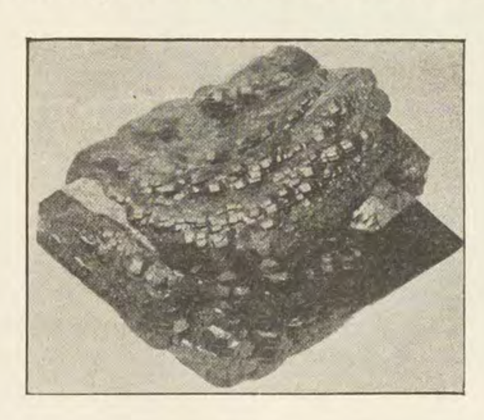


Fig. 55.
Chessylite de Chessy (Type VII). Cristal à structure polysynthétique.

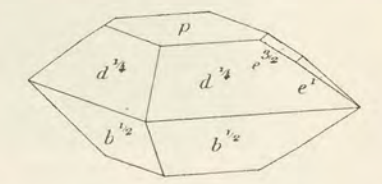


Fig. 56.
Chessylite de Chessy (Type VIII).

2° *Dans les filons métallifères.*

De même que la malachite, la chessylite est un des minéraux secondaires les plus habituels, formés par décomposition des minerais sulfurés du cuivre. On la trouve donc dans le chapeau de fer des gisements de tous ces minerais et aussi dans les filons ne contenant qu'accidentellement des sulfures de cuivre. Un petit nombre seulement de ceux-ci fournissent des échantillons ayant un intérêt minéralogique.

Corbières. — *Aude.* M. Desbuissons m'a communiqué un échantillon de chessylite, avec gros cristaux du type VII de Chessy ($p\,b^{1/2}$), ils mesurent 2 cm. 5 et sont associés à de l'halloysite. Il provient de la mine du Puy Merle près Saint-Polycarpe.

Cévennes. — *Hérault.* Les filons cuprifères de Cabrières et de Ceilhes, près Lodève, ont fourni, lors de leur exploitation, de nombreux échantillons de chessylite, associés à la panabase ou à la bournonite. La collection du Muséum renferme d'assez jolis cristaux crêtés provenant du second de ces gisements.

A Malvielle, prés Bédarieux, de petites veinules de chessylite ont été rencontrées dans le lignite.

Plateau Central. — *Aveyron.* La chessylite est très abondante dans les gisements cuprifères, aujourd'hui abandonnés, de cette région, notamment dans ceux du Bousquet et de Brusques en Camarès.

Puy-de-Dôme. La collection du Muséum possède depuis 1802 un échantillon de la grosseur du poing formé par de la chessylite rappelant celle de Chessy et renfermant, dans ses cavités, des cristaux peu distincts. Il est indiqué comme provenant de Sauxillanges.

M. Gonnard a cité (*op. cit.* 114), ce minéral à la côte d'Argentières, à Chalameyroux et au pic d'Usson.

Rhône. La chessylite est fréquente dans le chapeau de fer des filons de galène du Beaujolais et en particulier dans celui de Montchonay près les Ardillats, où j'ai recueilli quelques bons cristaux. Ils appartiennent soit au type I b, soit au type VII de Chessy, mais avec un plus grand allongement suivant l'axe b : j'y ai observé p, $b^{1/2}$ (dominants), $d^{1/4}$, a^1, $e^{3/2}$, e^1, $e^{1/2}$. Quand les cristaux sont très aplatis suivant p, ils ont une forme de lancettes très caractéristiques ; ils sont parfois presque micacés ; leur couleur est bleu très clair. Cette chessylite se trouve surtout dans des cavités polyédriques du quartz, occupant la place de cristaux disparus de panabase et de galène.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a signalé (*B. S. M.* XXIX. 256. 1906) des cristaux de chessylite dans les filons cuprifères de Triembach (Val de Villé); ils paraissent appartenir à mon premier type (p, m, h^1, a^2) avec allongement suivant b; ils sont englobés dans de la limonite. De petits mamelons fibreux du même minéral se trouvent dans les fentes du granite. Le même savant m'a communiqué la figure 58 représentant la forme de cristaux de Sainte-Marie-aux-Mines, implantés sur barytine; ils ont 1 millimètre et sont accolés à axes parallèles ; ils sont aplatis suivant a^1 et allongés suivant b; les formes suivantes ont été observées : p, h^1, a^1, $a^{1/2}$, $a^{4/5}$, $a^{7/2}$, a^5, m, $e^{3/2}$, $e^{1/9}$, x ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$). Les faces p, a^5 ($\bar{1}05$), $a^{7/2}$ ($\bar{2}07$) sont striées et oscillent entre elles.

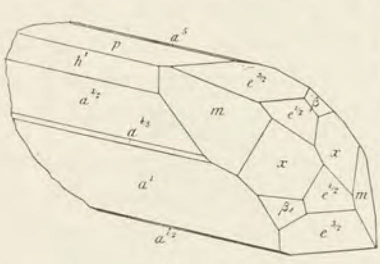


Fig. 58.
Chessylite de Sainte-Marie-aux-Mines.

Le même minéral, en cristaux peu distincts, mais assez abondants, a été observé à Osenbach, près Soulzmatt, à Sainte-Croix-aux-Mines, à Urbeis, près Saint-Amarin, à Framont.

Vosges. La chessylite a été rencontrée en très petits cristaux brillants à Anozel, Lubine, et Lusse près Saint-Dié, puis dans les druses de la limonite à La Croix-aux-Mines, etc.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Dans un filon de quartz du Bec de l'Homme vis-à-vis la Grave, jolies petites boules formées de cristaux enchevêtrés de chessylite.

Maures. — *Var*. La chessylite est très abondante dans le gisement cuprifère du Cap Garonne près Hyères. Elle imprègne les grès permiens, et s'isole dans leurs fentes sous forme de rosettes d'un bleu clair, constituées par des cristaux peu distincts, aplatis suivant p, recouverts parfois d'olivénite, d'adamite, etc.

Algérie. — *Alger*. Parmi les gisements dont j'ai eu des échantillons entre les mains, il y a lieu de citer Beni Aquil et Mouzaïa.

Constantine. J'ai observé de petits cristaux de chessylite peu distincts, provenant d'Aïn Barbar; ils sont parfois recouverts de brochantite. Dans le gisement ferrifère du Djebel Ouenza, il existe des géodes de chessylite associée à la fluorine.

Tunisie. — La chessylite se rencontre dans tous les gisements cuprifères de la Tunisie, mais je n'ai vu qu'un échantillon digne d'être cité; il m'a été donné par M. Bremaud, qui l'a recueilli au Djebel Chouicha, à 15 kilomètres de Souk-el-Arba. Dans cette mine, des travaux ont été faits au contact du trias et du crétacé, sur un amas de limonite (altération superficielle de pyrite), contenant des lentilles de minerai cuprifère (chalcopyrite, malachite, covellite, cuprite, cuivre natif), qui résulte de la transformation de panabase ; on trouve celle-ci quelquefois intacte. Les cristaux de chessylite, atteignant 5 cm. de longueur, sont plaqués contre une argile ferrugineuse durcie, par une des faces de la zone d'allongement [tantôt a^1 ($\bar{1}01$) et tantôt p (001) suivant la prédominance de l'une ou l'autre de ces formes]; les cristaux sont à comparer au type I ou au type V de Chessy, mais avec exagération de l'allongement : sur des débris de cristaux, j'ai observé m, $d^{1/4}$, e^1, $e^{1/2}$.

Congo. — La chessylite concrétionnée accompagne la malachite à Mindouli (rares petits cristaux du type I) (p m g^1 h^1 $d^{1/4}$); elle est parfois recouverte par des cristaux de pyromorphite.

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué des masses cristallines et des cristaux peu distincts de chessylite, provenant de Van Sai (voir à malachite) et de diverses localités de la province de Bac-Giang (Bieng Dong et Giao Hiem), où elle résulte de l'altération de panabase ; elle y est quelquefois recouverte de cristaux de pyromorphite.

Madagascar. — Avec l'érubescite d'Ambatofangehana.

Nouvelle-Calédonie. — La chessylite est abondante aux affleurements de la mine de Balade ; elle imprègne les micaschistes et forme de petits gâteaux de quelques centimètres de diamètre ne présentant que des formes géométriques indistinctes.

Elle est très abondante dans la mine Pilou ; on l'y trouve au milieu des micaschites dans de grandes géodes, dont les cristaux d'un bleu très foncé sont généralement trop enchevêtrés pour pouvoir être étudiés. Par contre, des cristaux nets se rencontrent dans les cavités d'une malachite concrétionnée ou dans du quartz caverneux : ils sont accompagnés de malachite, de cérusite et d'aurichalcite ; ils atteignent

1 cm. 5. J'ai décrit ces cristaux (*B. S. M.* XVII. 49. 1894.), sur lesquels j'ai rencontré les formes suivantes : h^1 (100), h^5 (320), m (110), g^3 (120), p (001), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$), a^8 ($\bar{1}08$), e^1 (011), $e^{3/2}$ (023), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $d^{1/4}$ (221), ω ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$), γ (121) et peut-être a_3 ($\bar{2}11$). J'ai signalé dans ma note préliminaire les faces (122) et (322) qu'un nouvel examen n'a pas fait confirmer. Les cristaux sont à rapporter aux types III et V de Chessy, mais avec prédominance de a^1 et des dômes voisins, suivant lesquels les cristaux sont aplatis ; m est souvent assez développé, tandis que h^1 et p sont souvent réduits ; l'allongement suivant b est très accentué (fig. 59). Ces cristaux sont difficiles à mesurer par suite de leurs groupements à axes plus ou moins parallèles. J'ai observé un échantillon présentant des cristaux d'aspect différent ; les faces de la zone $p\,h^1$ sont les mêmes que précédemment, mais il n'y a pas d'aplatissement ; les faces m sont absentes ou extrêmement réduites et les cristaux se terminent à l'extrémité de b par une pyramide très courbe, qui est peut-être μ ($\bar{2}.18.3$).

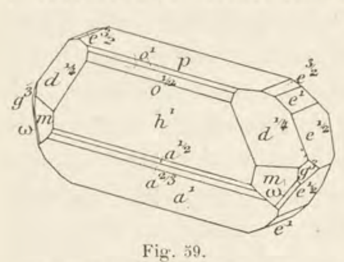


Fig. 59.
Chessylite de la mine Pilou.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a trouvé (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*, III. 221. 1893) de petits nodules bleu d'azur de chessylite dans une argile récente de Ville-au-Vay près le Pellerin. Une fois secs, ils tombent rapidement en poussière.

4° *Dans les produits d'oxydation d'objets métalliques en cuivre.*

La chessylite est moins abondante dans ces conditions que la malachite, qu'elle accompagne parfois. Je l'ai rencontrée à la surface de monnaies romaines provenant d'*Algérie* (voir page 728).

Elle se trouve aussi en petits cristaux bacillaires dans les vieilles scories de la fonderie de Poullaouen (*Finistère*) (voir page 750).

DAWSONITE

Na Al (OH)^{2}CO^3

Monoclinique ?

Faciès. La dawsonite ne se présente pas en cristaux distincts, mais constitue des lamelles à structure souvent radiée et sphérolitique remplissant des fissures étroites; ces lamelles sont allongées suivant ph^1.

Clivages. Clivage très facile faisant partie de la zone d'allongement ph^1 (001)(100).

Dureté. 3.

Densité. 2.40 (Ténès).

Coloration et éclat. Blanche. Poussière blanche. Transparente en lames minces ou seulement translucide.

Éclat vitreux sur les clivages, surtout dans les variétés lamellaires ; éclat soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Biréfringence très élevée. Plan des axes parallèle à g^1 (010), c'est-à-dire transversal à l'allongement. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) presque perpendiculaire au clivage. 2V très grand.

Composition chimique. La formule Na Al (OH) (OH)^{2}CO^3 ou Na^2O, Al^2O^3, 2 CO^2, 2 H^2O correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la dawsonite de Ténès, par MM. Curie et Flamand (déduction faite de 0,26 de quartz) (*Ann. Fac. sc. Marseille*, II, 1889).

	a	*b*
CO^2	30,6	28,45
Al^2O^3	35,4	35,91
Na^2O	21,5	21,05
MgO	»	tr.
CaO	»	1,06
H^2O	12.5	11,05
	100,0	97,52

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau gonfle, colore la flamme en jaune intense et donne une perle à réaction alcaline. Chauffée avec l'azotate de cobalt, donne la couleur bleue de l'alumine.

Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. La dawsonite ressemble par ses caractères extérieurs à la trémolite, à la wollastonite et à quelques zéolites fibreuses.

La dissolution dans les acides avec effervescence rend aisée la distinction avec ces minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dawsonite est un minéral secondaire formé par circulation d'eau dans les fissures de quelques roches éruptives (bostonites) ou sédimentaires (grès).

Algérie. — *Oran.* La dawsonite a été trouvée en abondance par MM. Curie et Flamand (*op. cit.*) à 20 km. environ à l'Est de Tenès près de la Mersa Souhalia et à environ 3 km.de la mer ; les gisements les plus riches se trouvent sur la rive droite de l'Oued Sidi-Ali. Le minéral tapisse les fentes de grès, alternant avec des argiles gréseuses, cet ensemble repose sur le sénonien, il est probablement danien ; sur la rive gauche du même Oued, les couches de grès, relevées verticalement et atteignant 0 m. 40 c. d'épaisseur, sont imprégnées de dawsonite.

La dawsonite de ce gisement, dont j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Flamand, examiner de beaux échantillons, constitue des rosettes ou des sphérolites imparfaits, ayant environ 2 à 3 mm. de diamètre ; ils sont d'un blanc laiteux un peu opaque, à éclat soyeux, et se rapprochent par leur aspect de la dawsonite de Toscane et non de celle du premier gisement connu aux environs de Montréal.

La dawsonite de Tenès est mélangée à de petits cristaux de barytine, ayant 2 à 3 mm. de côté.

BISMUTHITE

$CO^3[BiO].Bi(OH)^2$

Faciès. La bismuthite se présente en épigénie de la bismuthinite, dont elle conserve parfois la structure fibrolamellaire (Meymac) ; on la trouve aussi en enduits, en masses compactes ou pulvérulentes.

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 6,81 à 7,67 ; 6,81 à 7,20 (Meymac, Carnot). Cette densité est toujours supérieure à celle de la bismuthinite aux dépens de laquelle s'est formé le minéral.

Coloration et éclat. Blanche, gris verdâtre, verte ou jaune. Poussière incolore ou gris verdâtre. Translucide en lames minces ou opaque. Éclat vitreux, un peu gras, terne dans les variétés impures ou terreuses.

Propriétés optiques. La bismuthite de Meymac est faiblement transparente en lames minces ; elle se montre constituée par de petites plages, un peu fibreuses dans la direction de l'axe vertical de la bismuthinite qu'elle épigénise. Le minéral très réfringent et très biréfringent, s'éteint suivant son allongement.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est incertaine ; les analyses *a*, *b*, *c*, ont été faites par M. Carnot sur des échantillons de Meymac (*C. R.* LXXIX, 304, 1874).

a) Bismuthite d'un blanc gris, à poussière blanche ;
b) — d'un gris foncé, un peu verdâtre, à structure fibreuse et à poussière grise ;
c) — d'un blanc terreux avec taches jaunes. Poussière blanche.

	a	*b*	*c*
$Bi\,O^3$	89,75	87,50	86,90
PbO	0,55	0,44	0,40
CuO	tr.	»	»
FeO	0,53	0,50	0,43
CaO	0,35	0,55	0,38
MgO	tr.	0,07	0,05
SO^3	0,25	0,22	0,13
As^2O^5	0,73	0,80	0,65
Sb^2O^5	0,57	1,25	1,20
HCl	0,37	0,20	0,14
CO^2	3,74	4,15	5,35
H^2O	2,76	3,55	3,02
Gangue	0,20	0,30	1,10
	99,80	99,53	99,75
Densité	6,94	7,26	7,08

De nombreux autres dosages ont montré que la teneur en bismuth varie de 86 à 90 °/₀ et que les rapports $CO^2 : H^2O$ oscillent entre :

CO^2	3,96	et	CO^2	6,43
H^2O	2,54		H^2O	1,94
	6,50			8,37

Faut-il voir là une série de carbonates basiques constitués par des proportions variables de $CO^3[BiO].Bi(OH)^2$ et de BiOH ? ou bien se trouve-t-on en présence de mélanges de bismuthite, de bismite et de divers autres produits d'altération ? Le peu d'homogénéité des échantillons de Meymac, que j'ai eu l'occasion d'examiner, me fait de préférence pencher vers cette dernière hypothèse.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la bismuthite se comporte comme la bismite (voir page 24), mais elle donne en outre de l'eau.

Soluble avec effervescence dans les acides, la solution chlorhydrique est jaune ; elle est troublée par addition d'eau en donnant un précipité blanc d'oxychlorure.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques et chimiques permettent de distinguer la bismuthite des autres carbonates (la bismuthosphérite ne donne pas d'eau dans le tube) ; la dissolution dans les acides avec effervescence et la couleur généralement plus grise rendent facile le diagnostic d'avec la bismite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bismuthite est un produit d'altération des minéraux de bismuth et particulièrement de la bismuthinite.

Plateau Central. — *Corrèze.* La bismuthite a été rencontrée aux affleurements du filon de Meymac, sous forme d'épigénie souvent incomplète, de bismuthinite fibrolamellaire, dont elle possède par conséquent la structure. Elle est d'un blanc gris jaunâtre, souvent assez terne. C'est elle surtout qui a été exploitée pendant la courte existence de cette mine.

CHLOROCARBONATES

PHOSGÉNITE

$(PbCl)^2CO^3$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 769,0$ D $= 707,107$

$[a : b = 1 : 1.0876]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^2 (310) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111).

Les angles ci-contre ont été mesurés par moi sur les cristaux de Bourbonne.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
[mh^1	135°		pa^1	132°36′	132°34′
[mh^2	153°26′	153°24′	* $pb^{1/2}$	123° 2′	123° env.

Faciès. Les cristaux de phosgénite sont soit allongés suivant l'axe vertical, soit aplatis suivant la base.

Clivages. Clivages m (110), h^1 (100), p (001) distincts.

Dureté. 2,5 à 3. Un peu sectile.

Densité. 6 à 6,305.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise ou jaune. Poussière blanche. Transparente et translucide.

Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$\mathbf{n}_g = 2,140$ (Na) (Sella)
$\mathbf{n}_p = 2,114$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,026$

Composition chimique. La formule $(PbCl)^2CO^3$ ou $PbCO^3$, $PbCl^2$ correspond à la composition suivante :

$PbCO^3$	49,0
$PbCl^2$	51,0
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un globule jaune, qui cristallise et blanchit par refroidissement. Sur le charbon et au feu réducteur, donne un enduit de $PbCl^2$ et un globule de plomb métallique. Donne les réactions du chlore (coloration de la flamme en bleu) quand on sature une perle de sel de phosphore avec un mélange du minéral et d'oxyde de cuivre.

Soluble avec effervescence dans l'acide azotique étendu. Attaquée par l'eau.

Altérations. Fréquemment transformée en cérusite.

Diagnostic. Se distingue de la matlockite, qui, elle aussi, est quadratique, par son signe optique et par l'effervescence donnée sous l'action de l'acide azotique ; elle se différencie de la cérusite par sa forme cristalline et par ses propriétés pyrognostiques (présence du chlore).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La phosgénite se trouve au chapeau de fer de quelques filons de galène, avec cérusite, anglésite et autres minéraux oxydés de plomb : on la rencontre aussi au Laurion, où elle s'est formée dans des scories plombeuses athéniennes immergées dans la mer depuis l'époque de Périclès. C'est à un mode de formation analogue qu'il y a lieu de rapporter le gisement étudié ici.

Champagne. — *Haute-Marne.* Daubrée a décrit (*A. M.* VIII. 439 1875), la formation curieuse de phosgénite dans des tuyaux de plomb du captage (période romaine) des sources thermales chlorurées sodiques (42° à 60° C.) de Bourbonne-les-Bains. Elle est à rattacher à celle dont il a été question, tome II, à l'occasion de diverses zéolites.

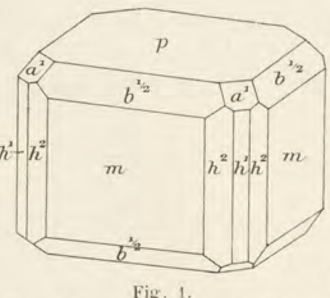


Fig. 1.
Phosgénite de Bourbonne-les-Bains.

J'ai pu étudier un certain nombre des échantillons de Daubrée. Les uns sont constitués par des tuyaux de plomb isolés, seulement corrodés à leur partie superficielle interne ou externe, les autres par des tuyaux du même métal, plus ou moins encastrés dans du béton, et presque complètement transformés en produits pulvérulents blancs ou noirs (colorés par de la galène).

La phosgénite se trouve elle-même dans l'une ou l'autre de ces conditions sous deux aspects; ou bien en lames très minces, aplaties suivant la base, ou bien en cristaux isométriques ou plus rarement allongés suivant l'axe vertical. On y distingue les faces p (001) et m (110) dominantes, fréquemment associées à h^1 (100), h^2 (310), $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101) (fig. 1). Le minéral qui les accompagne le plus souvent est l'anglésite; sur quelques échantillons, se trouvent en outre quelques petits cristaux de cérusite.

CARBONATES HYDRATÉS

THERMONATRITE

$Na^2CO^3 + H^2O$

Orthorhombique: $mm = 100°50'$

$b : h = 613,4 \quad D = 770,7 \quad d = 637,2$

$[a : b \; c := 0,8268 : 1 : 0,8089$. Marignac][1]

Faciès. Les cristaux artificiels sont allongés suivant c et parfois aplatis suivant h^1 (100) ; d'autres sont aplatis suivant p (001). Dans la nature, le minéral se présente sous la forme d'efflorescences.

Clivage. Clivage g^1 (010) difficile.

Dureté. 1 à 1, 5. Un peu sectile.

Densité. 1, 5 à 1, 6.

Coloration et éclat. Incolore, grise ou jaunâtre. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë perpendiculaire à h^1 (100). $2E = 80°$ env.

Saveur. Saveur alcaline.

1. J'ai adopté ici la forme décrite par Marignac pour le sel artificiel ($Na^2CO^3 + H^2O$) ; Des Cloizeaux, à la suite de Miller et de Haidinger, a donné une forme tout à fait différente, décrite autrefois par Mohs.

$b : h = 1000 : 243,426 \quad D = 744.17 \quad d = 668.049$.

$[a : b : c = 0,8978 : 1 : 0,3271]$

$mm = 96°10'$; les cristaux allongés suivant c présentent m (110), g^3 (120), $a^{1/4}$ (201), $b^{1/2}$ (111) (*Dx. Atlas*, fig. 318). M. Rammelsberg fait remarquer (*Kryst. phys. chem.* 1881. 549) l'analogie des angles et de la forme de ces cristaux avec ceux de l'hydrate ($Na^2CO^3, 7H^2O$). Il est donc probable que le minéral décrit par Mohs correspondait à ce dernier hydrate et non à celui à une molécule d'H^2O, à moins toutefois que celui-ci ne soit dimorphe. Mais comme d'autre part le minéral qui se produit, par exposition à l'air du natron, a pour formule $Na^2CO^3 + H^2O$, il paraît préférable de réserver pour celui-ci le nom de thermonatrite et de lui attribuer la forme du sel artificiel.

Composition chimique. La formule $Na^2CO^3 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

CO^2	35,5
Na^2O	50,0
H^2O	14,5
	100,0

Propriétés pyrognostiques et diagnostic. Comme pour le trona.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Soudan. — La thermonatrite cristallise d'une solution aqueuse de carbonate de sodium au-dessus de $+25°$C. Elle peut donc se produire directement dans les régions désertiques, mais elle se forme aussi par l'effleurissement du natron et c'est là sans doute son principal mode de production dans les croûtes salines des régions désertiques du *Soudan*, dont il est question à l'article trona.

Antilles. — *Guadeloupe*. C'est probablement aussi l'origine de la thermonatrite citée par Des Cloizeaux (*op. cit.* 268) comme ayant été trouvée à la surface d'une lave à la Guadeloupe.

NATRON

$Na^2CO^3 + 10\ H^2O$

Monoclinique : $mm = 76°28'$.

$b : h = 1000 : 783,018$[1] $D = 559,120$ $d = 829,097$.

angle plan de $p = 67°59'24''$;

— $m = 115°22'58''$;

[$a : b : c = 1.4829 : 1 : 1,4002$. Haidinger.]

$zx = 58°52'$.

Macles. Macles suivant p (001).

Formes. La combinaison que l'on obtient par évaporation d'une solution de carbonate de sodium dans les conditions indiquées plus loin est m (110), g^1 (010) e^1(011), avec aplatissement suivant g^1 (010).

1. Cette forme est celle adoptée par Des Cloizeaux, mais avec une hauteur double.

Clivages. Clivage distinct suivant p (001) ; imparfaits suivant m (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 1, 5. Fragile.

Densité. 1,42 à 1,46.

Coloration et éclat. Blanc, gris ou jaune par impureté. Poussière blanche, transparent ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010) ; sa trace fait dans g^1 un angle d'environ 41°8′ avec h^1 (100), dans l'angle obtus ph^1. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à g^1. Dispersion tournante faible, dispersion des axes faible, $\rho > v$.

$$2E = 112°42' \text{ jaune à } 14°C. \text{ (Dx.)}$$

Saveur. Saveur alcaline et piquante.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $Na^2CO^3 + 10H^2O$ est la suivante.

CO^2	15,4
$Na^2\,O$	21,7
$H^2\,O$	62,9
	100,0

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir à trona.

Altérations. Le minéral s'effleurit à l'air sec en se transformant en thermonatrite pulvérulente.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le natron, dans le sens adopté ici, est un minéral n'ayant guère qu'une existence virtuelle. Le carbonate de sodium se trouve en dissolution dans l'eau des lacs salés des régions désertiques (*Soudan*), dans celle des sources thermales carbonatées alcalines. Le natron est la forme sous laquelle il cristallise par évaporation, mais seulement à une température inférieure à + 20° C. Cette limite de température ne permet sa production dans les régions désertiques que dans des conditions spéciales, ou tout au moins, rend difficile sa découverte, car une fois la mare salée desséchée, si le natron s'est produit, il doit se transformer rapidement en thermonatrite.

Antilles. — *Guadeloupe.* Des Cloizeaux cite (*op. cit.* 269) le natron comme ayant été trouvé sur les laves de cette île. Il s'agit

probablement là ou de quelque dépôt de source thermale. Je n'ai pas vu d'échantillons de cette provenance et j'ai vainement cherché ce minéral au cours de mes explorations de la Soufrière et de ses alentours. Il n'existe actuellement aucune fumerolle en activité susceptible de le produire.

TRONA

$Na^2CO^3, HNaCO^3 + 2 H^2O$

Monoclinique : $mm = 39°36'$.

$b : h = 1000 : 984,47$ D $= 331,50$ $d = 943,40$

angle plan de $p = 38° 43' 4''$

— de $m = 101°53'34''$.

[$a : b : c = 2,8460 : 1 : 2,9697$ (Zepharovich)
$zx = 77°23'$.]

Formes observées. p (001) ; h^1 (100); o^1 (101), $a^{3/2}$ ($\bar{3}02$); $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$); o_3 (211). Dans les gisements étudiés plus loin, il existe en outre des pyramides très aiguës, que je n'ai pu déterminer[1].

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
po^1	140°20'	$pd^{1/2}$	111°48'	$h^1 o_3$	127° 1'
*ph^1	102°37'	$pb^{1/2}$	104° 7'	$h^1 d^{1/2}$	112°26'
pa^1	103°19'	$d^{1/2} d^{1/2}$ s. g^1	57°40'	*$h^1 b^{1/2}$	105°46'
po_3	112°20'	*$b^{1/2} b^{1/2}$ s. g_1	132°25'	$o_3 o_3$ av.	81°39'
				$d^{1/2} d^{1/2}$ av.	57°40'
				$b^{1/2} b^{1/2}$ av.	47°36'

Faciès. Les cristaux sont allongés et striés suivant l'arête de zone $p\ h^1$ (001) (100); ils sont parfois aplatis suivant p et ressemblent par leur développement à ceux d'épidote; le plus souvent, le minéral se pré-

1. Des Cloizeaux a pris une forme primitive différente :
h^1 (100) $= p$ (001) Dx. $b^{1/2}$ (111) $= m$ (110). p (001) $= a^1$ ($10\bar{1}$).

sente sous forme de masses fibrolamellaires ou columnaires, creusées de cavités, dans lesquelles pointent les cristaux.

Clivages. Clivage h^1 (100) parfait ; traces suivant $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Cassure inégale.

Dureté. 2, 5 à 3.

Densité. 2,11 à 2,14.

Coloration et éclat. Incolore, blanc, gris ou jaunâtre. Transparent ou translucide.

Éclat vitreux très vif suivant les plans de clivage.

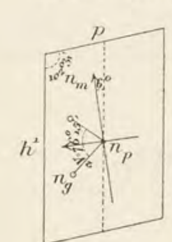


Fig. 1.
Face g^1 (010) normale à la bissectrice obtuse n_p.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normaux à g^1 (010). Dans g^1 (010), $\mathbf{n}_g$ fait un angle de 83°6′ avec le clivage facile h^1 (100). Dispersion faible $\rho < v$.

n_m = 1,507 (Na) 2 V = 76° 32′ (Dx). rouge.

Saveur. Saveur alcaline.

Composition chimique. La formule Na^2CO^3, H Na CO^3 + 2 H^2O ou 3 Na^2O, 4 CO^3 + 5 H^2O correspond à la composition théorique donnée en *a*.

b) Analyse du trona du Fezzan par Joffre (*Bul. Soc. chim.* XII. 102. 1869).

CO^2	38.9	39.58
Na^2 O	41.2	39.41
H^2 O	19.9	19.52
X [1]	»	1.48
	100.0	99.99

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau, très fusible, colore la flamme en jaune intense. Très soluble dans l'eau, avec réaction alcaline.

Soluble avec effervescence dans les acides.

Diagnostic. Le trona se distingue des autres carbonates alcalins solubles dans l'eau, non seulement par ses propriétés cristallographiques et optiques, mais encore par sa fixité à l'air sec, alors que le natron s'effleurit très rapidement. La thermonatrite, d'ailleurs, ne se présente qu'en efflorescences et en masses pulvérulentes, dont l'aspect est d'ordinaire différent de celui du trona.

1. X = sable 0,53 ; Fe^2O^3 0,01 ; Ca CO^3 0,05 ; NaCl ; 0,46 ; Na^2SO^4 0,44.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le trona est l'un des minéraux caractéristiques des produits d'évaporation des lacs des régions désertiques ; c'est lui qui est vulgairement désigné sous le nom de *natron* ; il est parfois accompagné d'un peu de thermonatrite, généralement associé à la thénardite et fréquemment aussi au chlorure de sodium (halite).

Je dois à M. Courtet, de la mission Chari-Tchad, des renseignements sur l'ordre de cristallisation des sels dans l'assèchement progressif de la lagune du Grand-Baissé (*Kanem*), où le trona prédomine sur les autres sels. Les premières croûtes cristallisant sur les bords sont essentiellement formées par du trona, plus tard apparaît un mélange de ce minéral et de thénardite, avec prédominance de cette dernière : c'est l'ordre de cristallisation observé par M. Chatard au lac Owen en Californie (trona, puis mélange de thénardite et de chlorure de sodium ; l'eau-mère cristallise ensuite très difficilement, elle est riche en carbonate de sodium, et contient des sels de potassium et de l'acide borique).

Tous les gisements énumérés plus loin se trouvent dans le *Soudan* ; beaucoup d'entre eux sont dans le voisinage du lac Tchad. Dans quelques régions, on y observe des couches de trona assez épaisses pour pouvoir être exploitées directement ; tantôt elles affleurent au niveau du sol et tantôt elles sont intercalées dans une boue salée ; elles fournissent de beaux échantillons de collection. Dans d'autres cas, les sels constituent seulement des efflorescences ou sont obtenus par les indigènes par évaporation artificielle de l'eau des mares salées.

Dans ces régions, le trona est utilisé pour la médecine, pour la teinture, pour la fabrication du tabac, enfin pour l'entretien des animaux. J'ai donné, en 1905, dans la *Revue coloniale*, des renseignements sur cette industrie.

Les échantillons que j'ai eus à ma disposition présentent tous le même caractère, quelle que soit leur origine et ils ne diffèrent pas de ceux provenant des lacs Natroun en Égypte. Ce sont des masses caverneuses, miarolitiques, dont les cavités sont quelquefois stratifiées, et séparées les unes des autres par un plancher de cristaux aciculaires pouvant atteindre 2 cm. 5 ; ceux-ci sont groupés à axes parallèles ou divergent d'un centre et pointent dans des

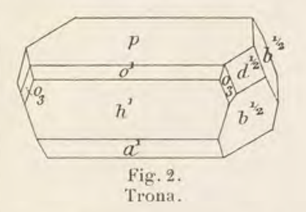


Fig. 2.
Trona.

géodes. Ils présentent la forme générale de la figure 2. Ils sont parfois recouverts par une seconde génération de cristaux plus petits, formant des agrégats très lâches ; ces cristaux néogènes sont aplatis suivant *p*, mais terminés par une pyramide aiguë, dont les faces courbes n'ont pu être mesurées exactement.

Voici les régions dont j'ai eu entre les mains des échantillons : je ne m'occupe pas des points innombrables du Soudan et du Sahara, où ne se rencontrent que de simples efflorescences.

Soudan. — *Oasis de Bilma*. Grâce à M. Foureau, au lieutenant Fauque de Jonquières et au sergent Lacombe, j'ai pu étudier de nombreux échantillons des sels, activement exploités dans cette Oasis. Ils consistent en chlorure de sodium ($p\ a^1$), en thénardite et en trona, seuls ou mélangés. Le trona se trouve surtout à Dirkou.

Borkou. Je dois au lieutenant Ferrandi des renseignements et des échantillons intéressants sur d'importants gisements se trouvant à Kirdimmi (30 km. au sud de Faya), Timmerem (5 km. au sud de Galaka) et Wouti Sirouac. A Kirdimmi, le trona est exploité dans de véritables carrières : le minéral de cette région forme des masses finement cristallines et compactes, dont les cristaux sont petits, peu distincts dans de peu nombreuses cavités.

Le produit du Borkou est transporté au loin jusque dans l'Ouadaï et le Darfour où il n'existe pas de gisements natronés. Ces indications prises sur les gisements mêmes viennent rectifier celles qui avaient été recueillies par la mission du Chari-Tchad (*C. R.* CXL. 316. 1905), seulement par renseignements.

Toro, *Egueï*, *Bahr-el-Gazal*. L'eau des puits du Toro est natronée à tel point (Fatmé) qu'elle est parfois imbuvable. Il en est de même pour l'Egueï, notamment à Bou Magueur. Dans le Bahr-el-Gazal, les seuls puits de Salal Akranga et de Youmaro sont natronés. Dans toutes ces régions, le sol est imprégné d'efflorescences de trona en fines aiguilles.

Kanem. Les puits natronés les plus réputés sont Leïné (près du village de Serese), Tinné (à 15 km. s. de Tigueï), Lechgour (ou Asfor) près de Rig Rig. Le trona y cristallise à la surface du sol ; plus à l'ouest, à Brindé, il forme des plaques de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Dans le pays de Fole, situé entre le Tchad et le Kanem, il existe

aussi des gisements de trona semblables aux précédents (Freydenberg, *Le Tchad et le Bassin du Chari*. Paris, 52, 1908). Je dois à M. Garde de beaux échantillons recueillis par lui à Kilbouram : le même minéral se trouve dans la région d'Ouassadou, dans les mares du Grand Baissé (M. Courtet), de Tintérem (M. Foureau), etc. Enfin, plus à l'est encore, dans les lagunes de Redema, s'observent des gisements analogues.

Demagherim et Manga occidental. Dans la région située à l'Ouest du Tchad les missions Foureau et Moll ont recueilli de nombreux documents que j'ai décrits en 1905.

A l'ouest du lac, entre celui-ci et Zinder, se trouve une région salifère ayant la forme d'un triangle dont les sommets sont Ouacha (Sud-Sud-Est de Zinder, dans le *Demagherim*, Kakara (long. 9° 4 est, lat. 14°4′ nord) et Adeber, dans le *pays des Manga*. Les sables du désert sont couverts de nombreuses mares, qui, après l'hivernage, se dessèchent plus ou moins complètement, en laissant des croûtes cristallines. Elles fournissent surtout du sel gemme et de la thénardite, mais il y existe aussi du trona. Les centres d'exploitation (par évaporation artificielle) sont Gourselick, Adeber, Ouacha ; dans ce dernier gisement, se trouvent des couches de trona très pur, assez épaisses pour fournir de beaux échantillons.

[*Fezzan*]. Enfin, je citerai pour mémoire qu'au sud de la Tripolitaine, à la limite de la zone d'action française, le trona est depuis longtemps exploité, notamment dans la région de Mourzouk.

Sahara algérien. — *Touat.* M. Flamand a signalé plus au nord-ouest (*Géol. Oued Saoura*, Alger. 129. 1897) le trona près du ksar de l'Oued-Mansour, dans le district de Tasfaout-Fenourin et dans celui d'Akabli.

NESQUÉHONITE

$MgCO^3 + 3H^2O$

Orthorhombique : $mm = 114°24'$.

$b : h : = 383,953$ D $= 840,565$ $d = 541,710$

[$a : b : c = 0,64446 : 1 : 0,45678$ (Penfield)].

Formes et faciès. Les cristaux se présentent en prismes striés

terminés par p (001) et quelquefois e^1 (fig. 2); ils sont souvent groupés autour d'un centre.

	Angles calculés		Angles calculés.
mm	114°24′	pe^1	130°54′
mg^1	122°48′	$e^1 e^1$ s. p	144°40′

Clivages. Clivages m (110) parfaits, donnant des écailles minces ; clivage facile suivant p (001).

Dureté. 2.5.

Densité. 1.83 à 1.85.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Transparente à translucide. Éclat vitreux, un peu nacré.

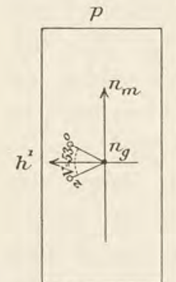


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse ng.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001); la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire à h^1 (100); faible dispersion $\rho < v$. Les clivages faciles sont presque perpendiculaires à un axe optique.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}526 \text{ Penfield (Na).}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}501$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}495$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}031$$
$$2V = 53°5', 2E = 84°15'$$

Composition chimique. La formule $MgCO^3 + 3H^2O$ correspond à la composition *a*.

b) Analyse de la nesquéhonite de Lamure par Ch. Friedel (*B. S. M.* XIV. 60. 1891).

	a)	*b*)
CO^2	31,9	31,85
MgO	29,0	29,24
H^2O	39,1	39,11
	100,0	100,20

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se transforme au rouge en magnésie. Soluble avec effervescence dans les acides.

Altérations. Exposé à l'air, le minéral blanchit et devient opaque en perdant de l'eau.

Diagnostic. Se distingue des carbonates alcalinoterreux et notamment de l'aragonite bacillaire, non seulement par ses clivages, mais encore par sa faible densité et par l'eau qu'elle dégage dans le tube. Le diagnostic différentiel d'avec la laumontite est facile, puisque la nesquéhonite se dissout dans les acides avec effervescence et sans résidu.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nesquéhonite qui peut être obtenue artificiellement par cristallisation d'une dissolution aqueuse de $MgCO^3$ riche en CO^2, n'est connue jusqu'à présent que dans deux gisements : dans la mine d'anthracite de Nesquehoning (Pensylvanie) et dans celle dont il est question ici.

Alpes. — *Isère.* La nesquéhonite a été trouvée accidentellement dans une galerie abandonnée de la mine de Lamure ; l'échantillon longtemps conservé dans la collection de l'École des Mines, sous le nom d'aragonite, a été identifié par Ch. Friedel (*op. cit.*) ; il est constitué par la réunion de baguettes fibrolamellaires ayant une forme grossièrement hexagonale, surtout à l'extérieur. Le minéral est devenu par altération opaque et très fragile ; il ressemble à la laumontite de Huelgoat.

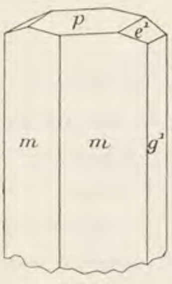


Fig. 2.
Nesquéhonite.
Forme habituelle.

M. Kilian a bien voulu me communiquer un échantillon du même minéral, dont une portion est reproduite avec une faible réduction par la figure 3. Les cristaux rectangulaires de nesquéhonite sont accolés sur un plan de décollement d'un schiste recueilli dans une galerie au voisinage d'un incendie souterrain ; il n'est pas douteux que la nesquéhonite n'y soit de formation tout à fait récente.


Fig. 3.
Cristaux de nesquéhonite sur schiste de Lamure. (*Photographie un peu réduite.*)

HYDROMAGNÉSITE

$$3\,MgCO^3,\ Mg(OH)^2 + 3H^2O$$

Orthorhombique[1] : $mm = 87°52'$.

$b : h = 1000 : 322{,}78$ $D = 693{,}84$ $d = 720{,}14$

[($a : b : c = 1{,}0379 : 1 : 0{,}4652$, Dana)].

Formes et faciès. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100), allongés suivant l'axe vertical et le plus souvent peu distincts. Les lamelles sont parfois terminées par des pointements dont l'angle plan dans h^1 est voisin de 90° : ils correspondent à $b^{1/2}$ (111).

L'hydromagnésite forme parfois des agrégats fibreux. Il existe des variétés à aspect crayeux ou compact.

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 2,14 à 2,18.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Éclat vitreux ou nacré, soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au plan de lamellisation h^1 (100), $\mathbf{n}_p$ est parallèle à l'axe vertical.

Les indices ont été évalués approximativement par la méthode d'immersion. $\mathbf{n}_g$ est légèrement plus petit que l'indice du nitrobenzol (1.55) et $\mathbf{n}_p$ très voisin de celui du baume du Canada, c'est-à-dire voisin de 1.54 : la biréfringence paraît peu éloignée de celle du quartz.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule donnée plus haut est la suivante :

CO^2	36,3
MgO	43,9
H^2O	19,8
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau, blanchit sans fondre. Lente-

1. M. J. D. Dana considère le minéral comme monoclinique, avec $zx = 90°$.

ment attaquée par les acides à froid, se dissout avec effervescence à chaud.

Diagnostic. Les variétés compactes se distinguent de la giobertite par le dégagement de l'eau dans le tube et par la biréfringence beaucoup plus faible. Les propriétés optiques sont distinctives de la brucite et les réactions chimiques (effervescence avec les acides) du gypse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement principal de l'hydromagnésite est constitué par les serpentines, dans lesquelles elle est de formation récente. C'est dans ces conditions qu'elle se trouve à la Nouvelle-Calédonie, soit seule, soit associée à la giobertite compacte ; elle est fibrolamellaire, ou compacte.

APPENDICE AUX CARBONATES

OXALATES ET MELLATES

WHEWELLITE

$CaC^2O^4 + H^2O$

Monoclinique : $mm = 101°0'$
$b : h = 1034{,}710.\quad D = 757{,}855.\quad d = 652{,}530.$

Angle plan de $p = 98°28'40''$
— $m = 101°33'42''$

$$\left[\begin{matrix} a : b : c = 0{,}8620 : 1 : 1{,}3666 \text{ (Ungemach).} \\ zx = 73°2' \end{matrix}\right]$$

Formes observées. p (001) ; g^1 (010), m (110), $h^{5/3}$ (410), h^3 (210), h^9(540), g^7 (340), g^5 (230), g^3 (120), $g^{11/3}$ (470), $g^{7/3}$ (250), g^2 (130) ; $g^{9/5}$ (270), $g^{3/2}$ (150), $g^{4/3}$ (170), $g^{5/4}$ (190) ;

a^1 ($\bar{1}01$) ; e^4 (014), e^2 (012), e^1 (011), $e^{2/3}$ (032) ;

d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^2 ($\bar{1}14$), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ;

$\alpha = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^{1/2})$ ($\bar{3}12$), $s = (b^{1/2}\, d^{1/4}\, g^{1/2})$ ($\bar{1}32$), $x = (d^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $y = (d^1\, b^{1/9}\, g^{1/8})$ (458), $(d^1\, b^{1/7}\, g^{1/2})$ (342) (?), $\beta = (d^1\, d^{1/15}\, h^{1/8})$ (878), $\gamma = (d^1\, d^{1/9}\, h^{1/5})$ (545), $\delta = (d^1\, b^{1/19}\, g^{1/9})$ (9.10.9), $\varepsilon = (d^{1/2}\, b^{1/12}\, g^{1/5})$ (575), $\zeta = (d^{1/2}\, b^{1/16}\, g^{1/11})$ (7.9.14), $\eta = (d^1\, b^{1/7}\, g^{1/6})$ (346), $\theta = (d^1\, b^{1/9}\, g^{1/9})$ (459).

Macles. Macles en cœur par accolement ou par interpénétration suivant a^1 ($\bar{1}01$).

Les angles observés ci-contre ont été mesurés par M. Ungemach ; (*op. cit* et *in. litter.*) ; les paramètres adoptés ont été déduits de ces mesures. Les quelques différences existant entre ces angles et ceux publiés par M. Ungemach sont dues à des corrections et additions que celui-ci a bien voulu me communiquer.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	101° 0′	101° 2′
$g^1 h^{5/3}$	101°40′	101°47′
mh^3	162°54′	162°52′
mh^9	173°54′	173°57′
$g^7 g^7$	84°36′	
$g^1 g^7$	137°42′	137°30′
$g^5 g^5$	77°54′	77°54′
$m g^5$	168°27′	168°20′
$g^3 g^3$	62°28′	62°40′
$mg^{11/3}$	164°13′	164° 6′
$g^3 g^{7/3}$	174°39′	174°29′
$g^3 g^2$	170°47′	170°48′
$g^1 g^{3/2}$	166°22′	166°34′
$g^1 g^{5/4}$	172°18′	171°59′
$g^1 g^{9/5}$	160°53′	160°40′
$g^1 g^{4/3}$	170°10′	170° env.
$p a^1$	109°30′	109°27′
$p e^4$	161°54′	161°59′
$p e^2$	146°50′	146°53′
*$p e^1$	127°25′	127°25′
$p e^{2/3}$	117° 2′	117° 7′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*$p d^1$	140°54′	140°54′
$p d^{1/2}$	126° 9′	126°16′
$p b^1$	127°31′	127°31′
$p b^2$	150°29′	150°34′
$g^1 b^1$	121°12′	121° 5′
$m b^{1/2}$	151°58′	150° env.
*$d^1 d^1$	131°22′	131°22′
$m s$	136°53′	137°28′
$\beta \beta$	123° 0′	123°33′
$g^1 \gamma$	116°24′	116°13′
$d^{1/2} x$	160°41′	160° env.
$d^1 y$	174°51′	174°54′
$g^1 \delta$	124°35′	124°17′
$g^1 \varepsilon$	130°′59	131°24′
$d^1 \zeta$	174° 9′	174° 9′
$d^1 \eta$	173°15′	173°19′
$g^1 s$	151°11′	150°58′
$e^2 \alpha$	104°54′	105°40′ env.
$e^1 \theta$	147° 2′	147°14′

Faciès des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, suivant l'arête $p g^1$ ou suivant une arête $d^1 d^1$.

Les faces de la zone verticale sont striées verticalement; d^1 suivant une arête $d^1 d^1$ ou une arête $d^1 g^1$; y est finement strié parallèlement à son intersection avec g^1.

Les faces sont souvent remarquablement réfléchissantes.

Clivages. Clivages parfaits suivant m (110) et a^1 ($\bar{1}01$), distincts suivant p (001) et g^1 (010). Clivages signalés aussi suivant e^1 (011). Cassure conchoïdale. Très fragile.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,46. (Saint-Sylvestre).

Coloration et éclat. Incolore, transparente, un peu jaunâtre dans les très grands cristaux. Éclat vitreux un peu gras, quelque peu nacré suivant g^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) est voisine de l'axe vertical; dans g^1, $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 11 à 12° avec la trace de p (fig. 1).

Fig. 1. Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse *np*.

Dispersion $\rho < v$ et dispersion croisée faible.

$$n_g = 1{,}6497 \text{ (Riedl.) (Na.)}$$
$$n_m = 1{,}5552$$
$$n_p = 1{,}4900$$
$$n_g - n_p = 0{,}1597 \qquad 2V = 84^\circ$$

La face e^1(011) est presque normale à un axe optique.

Composition chimique. La formule $CaC^2O^4 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

C^2O^3	49,4
Ca O	38,3
H^2O	12,3
	100,0

La whewellite de Saint-Sylvestre n'a pas été analysée complète-

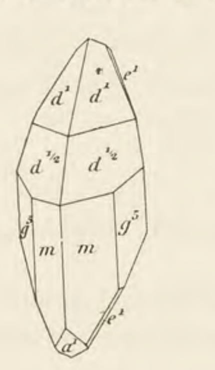
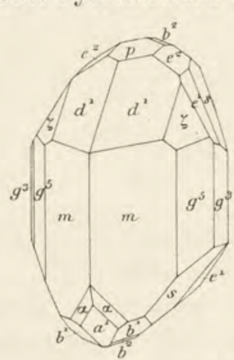
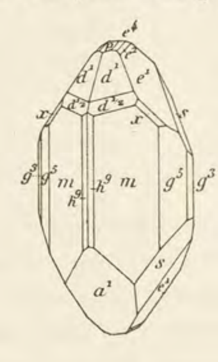




Fig. 2, 3 et 4.
Whewellite de Saint-Sylvestre.

ment, mais la perte au feu constatée (61,44 °/₀) est très voisine de celle exigée par la théorie.

L'oxalate de calcium, qui est fréquent dans les plantes, est un autre hydrate (à trois molécules d'eau), appartenant au système quadratique.

Essais pyrognostiques. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique, *sans effervescence*; soluble avec dégagement impétueux de gaz dans l'acide sulfurique concentré.

Diagnostic. La dissolution *sans résidu* dans les acides distingue la whewellite des silicates calciques incolores; sa forme, ses clivages, sa cassure conchoïdale et sa dissolution sans effervescence dans l'acide chlorhydrique ne permettent pas de la confondre avec les carbonates de calcium ; enfin la perte au feu si élevée est, à elle seule, très caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans le très petit nombre de gisements où la whewellite a été observée en Saxe et en Bohême, ce minéral se rencontre dans des couches de combustibles fossiles ou à leur voisinage; son origine est nettement organique. Il en est certainement ainsi des autres oxalates connus dans la nature, la *humboldtite* ($2\,FeC^2O^4 + 3\,H^2O$) des gisements de combustibles minéraux et l'oxammite $[(AzH^4)^2C^2O^4 + 2\,H^2O]$ du guano.

Vosges. — [*Alsace*]. Par contre, il n'en est pas de même pour la

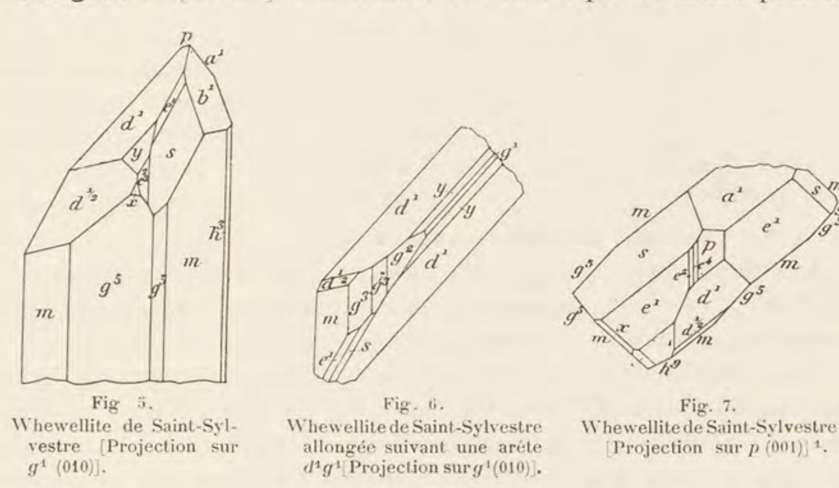


Fig. 5. Whewellite de Saint-Sylvestre [Projection sur g^1 (010)].

Fig. 6. Whewellite de Saint-Sylvestre allongée suivant une arête d^1g^1 [Projection sur g^1 (010)].

Fig. 7. Whewellite de Saint-Sylvestre [Projection sur p (001)] [1].

whewellite du gisement récemment découvert par M. Ungemach (*B. S. M.* XXXII. 20. 1909) à la mine de Saint-Sylvestre, à Urbeis (Val de Villé) ; à ce point de vue, l'observation de ce savant a un grand intérêt.

La whewellite s'y trouve en effet dans les filons de panabase à gangue carbonatée et quartzeuse, traversant un schiste micacé un peu graphitique. Elle se montre en beaux cristaux, soit dans le filon métallifère, où elle est implantée sur la panabase et associée à l'ankérite (filon Robert) ou à la sidérite (filon Paul), soit dans des filons quartzeux à peu près stériles. Elle y est accompagnée de divers minéraux : quartz, dolomite, barytine, linnéite, millérite, chalcopyrite, blende, etc. Les

1. Les deux faces sans notation, situées en bas et à gauche, doivent être respectivement notées d^1 et $d^{1/2}$.

cristaux de whewellite atteignent jusqu'à huit centimètres de plus grande dimension, mais il s'en trouve aussi de fort petits.

Toutes les formes énumérées plus haut ont été observées dans ce gisement et plusieurs d'entre elles lui sont spéciales. Les figures 2 à 7, empruntées au mémoire de M. Ungemach ou communiquées récemment par lui, représentent l'aspect des divers types des cristaux, qui sont généralement allongés suivant l'axe vertical et très exceptionnellement suivant une arête $d^1\ d^1$ (fig. 6).

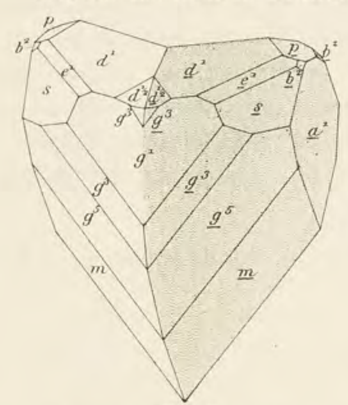


Fig. 8.
Whewellite de Saint-Sylvestre.
Macle suivant a^1 $(\bar{1}01)$.

Parmi les combinaisons non figurées, il faut citer un cristal très simple : $m p e^1 e^4 d^1 a^1$, un cristal très compliqué : $h^{5/3}\ h^3\ m g^5\ g^7\ g^{11/13}\ g^3\ g^2\ g^{9/5}\ g^{4/3}\ g^1\ p\ e^1\ e^4\ a^1\ d^{1/2}\ d^1\ b^1\ b^2 s$, et plusieurs cristaux extrêmement allongés suivant m et g^5.

Les dimensions relatives des faces peuvent varier dans de grandes limites : p, a^1 et g^1, notamment, peuvent manquer entièrement ou au contraire, prendre un développement prépondérant.

Une caractéristique du gisement réside dans la fréquence de formes voisines de d^1 et de $d^{1/2}$ dans les zones $d^1\ g^1$ (y, ζ, η), $d^1\ e^1$ (θ) et $d^{1/2}\ g^1$ (β, γ, δ). Dans les cristaux imparfaits il en résulte une courbure de ces zones, mais dans les bons cristaux les faces de ces formes secondaires ne le cèdent en rien à celles des formes primitives qu'elles dépassent souvent en importance.

En outre, il existe souvent entre d^1 et ζ ou y une face courbe parfaitement polie figurant un segment de cône s'élargissant dans le haut.

Les macles sont très rares ; elles ne sont qu'exceptionnellement symétriques comme dans la fig. 8 ; le plus souvent les deux individus se pénètrent et se chevauchent de la façon la plus irrégulière.

Le plus grand des cristaux examinés présente trois individus beaucoup plus petits engagés dans sa masse en position rigoureuse de macle suivant a^1 ; mais l'assemblage s'est fait, dans ce cas, suivant la normale au plan de symétrie a^1. L'angle rentrant des axes des individus maclés est donc de 107° 4′ au lieu de 72° 56′ réalisé dans le cas ordinaire.

MELLITE

$Al^2C^{12}O^{12} + 18\ H^2O$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 527,713 \quad d = 707,107.$$

$$[a : c = 1 : 0,74628].$$

Formes observées. $b^{1/2}$ (111).

$b^{1/2}\, b^{1/2}$ s. $p = 86°54'$

Facies des cristaux. La mellite se trouve en général en cristaux nets, et plus rarement en masses grenues.

Clivages. Clivages peu distincts suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Sectile.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,63 à 1,65.

Coloration et éclat. Jaune de miel, rougeâtre ou brunâtre ; rarement blanche. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat résineux, inclinant au vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$\mathbf{n}_g = 1,53928$. D (Schrauf).
$\mathbf{n}_p = 1,51101$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,02827$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les plaques épaisses : j'ai observé suivant :

$\mathbf{n}_g$ = jaune brunâtre
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair

Composition chimique. La formule $Al^2C^{12}O^{12} + 18\ H^2O$ correspond à la composition suivante :

$C^{12}O^9$	40,3
Al^2O^3	14,3
H^2O	45,4
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Blanchit à la flamme d'une bougie sans prendre feu. Dans le tube, donne de l'eau.

Soluble dans l'acide azotique. Décomposée par l'eau bouillante.

Diagnostic. A elle seule, la densité permet de distinguer la mellite de tous les autres minéraux quadratiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mellite est connue en beaux cristaux dans un très petit nombre de gisements de combustibles minéraux.

Bassin de Paris. — *Seine.* C'est probablement à cette espèce qu'il faut rapporter de petits octaèdres d'un jaune de miel, trouvés avec succin et marcassite dans le lignite d'Auteuil, par C. A. Becquerel (*J. P.* LXXXIX. 237 et 308. 1819), qui a proposé de les désigner sous le nom de *xylocryptite*, leur identité complète avec la mellite n'ayant pu être complètement établie, faute de matière.

APPENDICE[1]

ARSÉNOLITE (p. 13).

Loire. Magnifiques octaèdres accompagnés de réalgar et parfois d'arsenic métallique dans les houillères embrasées du Pont-Neuf à la Chazotte.

BARYTOCALCITE

$BaCO^3$, $CaCO^3$

Monoclinique : $mm = 106°54'$
angle plan de $p = 104°41'\ 4''$
— $m = 99°46'\ 31''$

$$\left[\begin{array}{l} a:b:c = 0{:}77171 : 1 : 0{,}62545 \text{ (Brooke)} \\ zx = 75°52' \end{array}\right]$$

Formes et faciès. Les cristaux de barytocalcite sont allongés, le plus souvent suivant une arête x ($\bar{1}21$) y ($\bar{1}51$) ; les faces de cette zone d'allongement sont striées suivant leur intersection mutuelle. Les faces h^1 (100) qui terminent généralement ces cristaux sont striées suivant c. Le minéral forme des masses fibrobacillaires ou compactes.

Clivages. Clivages, parfaits suivant m (110), facile suivant p (001). Cassure inégale et conchoïde.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 3,64 à 3,66.

1. Les minéraux dont les noms sont écrits en grandes capitales sont ceux qui n'ont pas été traités dans le corps de l'ouvrage.

Coloration et éclat. Blanche, grise, verdâtre ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux passant au résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaires à g^1 (010) ; dans cette face, la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait un angle de 64°22′ avec h^1 dans l'angle obtus ph^1. Dispersion $\rho > v$ faible.

$$2E = 23°15' \text{ (rouge)}, 22°47' \text{ (bleu) à } 15° \text{ C.}$$

L'angle des axes augmente avec la chaleur.

Composition chimique. La formule $BaCO^3, CaCO^3$ correspond à la composition théorique suivante : il existe souvent en outre de très faibles quantités de MnO.

CO^2	29,6
BaO	51,5
CaO	18,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Colore la flamme en vert jaune et fond sur les bords en devenant légèrement verdâtre, quand le minéral est manganésifère. Le produit de la fusion possède une réaction alcaline. Avec la soude, sur le charbon, la baryte est absorbée par celui-ci et il reste un résidu de chaux caustique.

Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. Le système cristallin et les réactions du baryum et du calcium dans le produit de la dissolution avec effervescence dans un acide sont caractéristiques [1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le seul gisement cité dans les Traités de Minéralogie pour ce minéral est Alston Moor (Cumberland), où la barytocalcite se trouve, avec barytine et fluorine, dans des filons traversant le calcaire carbonifère. Dorlhac a signalé ce minéral (*Et. filons baryt. et plomb. env. Brioude.* Saint-Étienne. 150. 1862), asso-

1. Dans la systématique, la barytocalcite se place immédiatement après la cérusite ; j'ai eu connaissance de l'indication du gisement ci-contre après le tirage des feuilles de la cérusite

cié à la withérite, dans de petites veines de barytine, rencontrées dans le terrain houiller de Lamothe. La barytine existerait aussi, d'après lui, dans quelques filons de barytine des environs de Brioude.

Je n'ai vu aucun échantillon de barytocalcite provenant de ces gisements français.

BERNONITE

Adam a donné ce nom (*Tableau minér.* 73. 1869) à un minéral ressemblant à de la gomme, trouvé vers 1821, dans l'argile plastique d'Épernay (*Marne*) et analysé par Lassaigne (*A.C.P.* XXVIII. 330. 1825), qui lui attribua la composition suivante :

Al^2O^3	CaO	SiO^2	H^2O	Mat. org.	Perte	
29,5	20,0	2,5	37,5	8,5	2,0	= 100,0

Ce minéral, qui sera décrit dans le tome IV, a une toute autre composition ; c'est une variété d'*évansite*. Le nom de bernonite est donc à rayer de la nomenclature minéralogique.

CALCÉDOINE

Antilles. — *Martinique*. J'ai exploré, en 1902, le gisement de calcédoine, de jaspe et de bois silicifié, du quartier Sainte-Anne, dont il est question page 137. Il se trouve au nord du Morne des Pétrifications, au milieu de tufs de labradorites (sans doute oligocènes), très altérés et riches en zéolites : mésotype, analcime, stilbite, heulandite (*B.S.M.* XXVI. 150. 1903).

CALCITE

Saône-et-Loire. Pendant l'impression de ce volume, j'ai étudié de nouveaux cristaux provenant du gîte de substitution de Romanèche (p. 572) ; ils sont constitués soit par le rhomboèdre aigu $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (oscillant vers e^2) dominant, associé à d^2 et à divers autres scalé-

noèdres $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) et $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) en particulier (fig. 1 et 2), avec p, b^1, b^x au sommet, soit par le scalénoèdre d^2 dominant, avec $e^{5/3}$ réduit.

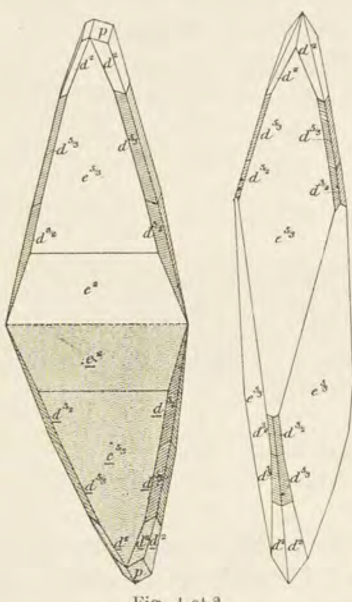


Fig. 1 et 2.
Calcite de Romanèche.

Un échantillon est constitué par de nombreux cristaux de ce dernier type, d'un beau jaune d'or, ils atteignent individuellement 6 cm. suivant c, et présentent la macle a^1 (0001) par accolement (fig. 1); quelques cristaux plus petits offrent la macle b^1 (01$\bar{1}$2) du type de la fig. 223 (p. 562). Ce sont les premières macles que j'ai trouvées dans ce gisement.

Enfin, il existe aussi à Romanèche des masses de calcite en baguettes bacillaires divergeant d'un centre. Elles sont uniformément noires, colorées par des inclusions de romanéchite qu'elles englobent pœcilitiquement.

Gard. La collection du Muséum possède un rhomboèdre de clivage de calcite provenant d'Anduze et mesurant 8 centimètres d'arête : il présente la macle suivant e^1 (02$\bar{2}$1) (ligne de jonction des deux individus parallèle à la petite diagonale des rhomboèdres composants).

CASSITÉRITE

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La cassitérite brun clair se trouve aux épontes des filons de quartz de Montbelleux en Luitré avec wolfram, mispickel, topaze, etc., surtout quand ces filons traversent le granite.

Tonkin. — Le gîte de Tinh-Tuc (secteur de Nguyen-Binh, dans le territoire de Cao-Bang), dont il est question page 231, a fourni récemment des cristaux de cassitérite, implantés sur le granite à muscovite; simples ou maclés, ils rappellent ceux de la Villeder par leurs formes et l'éclat de leurs faces : ils sont parfois accompagnés de muscovite. Je dois les beaux échantillons que j'ai étudiés à MM. Braly et Dupouy.

Dans la même région, le filon de Beausite, situé à l'Ouest de Pia-Ouac, renferme aussi de la cassitérite, mais celle-ci est associée à du wolfram, de même que dans le gîte Alexandre (Dupouy, *Minerais et minéraux du Tonkin*, 122, 1909).

La cassitérite est exploitée dans les alluvions de cette même région.

CORINDON

Madagascar. — Le nombre des gisements de corindon cités pages 242, 245 et 247 doit être considérablement augmenté ; je ne connais ce minéral en place que dans les cipolins du pays Mahafaly, aux environs d'Ampanihy, mais un grand nombre de gisements alluvionnaires aurifères des provinces de Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa le renferment soit en petits cristaux brisés sans formes géométriques, mais transparents [dans le Haut Onive, on peut citer la rivière Ambahatra (rouges, bleus, verts) ; à Ambalaranoakarina et à Morarano, le rubis accompagne du grenat de même couleur, à Bedinta (Ouest d'Ihosy), le corindon est rosé ou verdâtre], soit en cristaux nets, mais roulés, dont la couleur est généralement le bleu-saphir ; ils rappellent par leur couleur et leur forme ceux du Coupet et accompagnent, comme eux, du zircon brun rouge [environs d'Ambatolampy (au pied du mont Maroparasy, Antonifotsy)].

On rencontre en outre d'énormes cristaux, généralement opaques qui, d'après leur association au quartz et à la muscovite, semblent provenir de la désagrégation de pegmatites. Par leur abondance, ils acquerront peut-être une importance économique pour l'industrie des abrasifs (Dabren, *Bull. écon. Madagascar*, 1906 et A. Lacroix, *B. S. M.* XXXXII, 318, 1909). Je citerai en particulier les gisements suivants, dont j'ai étudié des échantillons : aux sources de la Sahanofa, affluent du Mananjary, notamment à Ifempina (40 kilom. Sud-Sud-Est d'Ambositra), les cristaux pouvant atteindre 2 kgs., sont constitués par a^1 et d^1 (oscillant avec des isoscéloèdres). Ces cristaux sont violacés, gris noir, brunâtres ou bleuâtres, mais opaques ; ils sont fréquemment entourés par une zone d'altération en sillimanite, semblable à celle de la fig. 7, page 244. M. Gaffori a trouvé dans ce même gisement de gros cristaux arrondis de corindon incolore, avec béryl, topaze, cymophane, etc. M. Dabren a cité aussi la rivière d'Onisena, la rivière d'Ambohitrakoholany (district d'Ambohimahasoa).

D'autres gisements, dont j'ai étudié des échantillons, se trouvent à l'Ouest et au Sud-Ouest de Tsinjoarivo, notamment à Analambato, à Andranomainty (gros cristaux du type des fig. 2 et 3, page 243).

Enfin, au sud de Betafo, il existe (peut-être dans des micaschites d'après un renseignement que m'a fourni M. Tirlet) de gros cristaux entiers mesurant 17 cm. : *w* $(11\bar{2}1)$, α $(44\bar{8}3)$, ω $(14.14.\bar{28}.3)$, e_3 $(22\bar{4}3)$, avec une toute petite base.

CRISTOBALITE[1]

SiO^2

Cubique (pseudocubique).

Forme observée. a^1 (111).

Macles. Macle des spinelles suivant a^1.

Faciès. Le minéral se rencontre exclusivement sous forme de petits octaèdres réguliers, à faces souvent creuses et à développement fréquemment cristallitique.

Dureté. 6 à 7.

Densité. 2,34.

Coloration et éclat. Blanc laiteux. Translucide ou opaque, mais devenant transparente par immersion dans un liquide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. L'examen d'une section parallèle à *p* (100) montre que l'octaèdre est formé par le groupement de trois cristaux quadratiques, ayant pour base les faces du cube ; la section est constituée par une partie centrale éteinte, faisant voir en lumière convergente, la croix noire, toujours disloquée, des minéraux uniaxes avec signe optique *négatif* ($\mathbf{n}_p$). Les bords de la plage sont constitués par des bandes biréfringentes, s'éteignant suivant les diagonales de la face cubique. Une section octaédrique montre trois secteurs triangulaires enchevêtrés, avec des parties monoréfringentes ne donnant pas d'images en lumière convergente.

$$\mathbf{n} = 1{,}49 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0005 \text{ (Mallard)}.$$

A 175° C., changement d'état reversible ; cette *métacristobalite* est alors rigoureusement cubique, c'est-à-dire nonoréfringente.

1. A placer dans la systématique, page 169, après la tridymite. Voir aussi page 25.

Essais pyrognostiques. Comme la tridymite.

Diagnostic. La forme, le signe optique, le changement d'état à 175° C. (monoréfringence) sont distinctifs de la tridymite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cristobalite peut être produite par le recuit de la silice fondue, au-dessus de 760° C. Dans la nature, elle ne se rencontre que dans les roches volcaniques, où elle accompagne la tridymite formée par action pneumatolitique. C'est un minéral très rare, connu dans un nombre infime de gisements.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Je viens de rencontrer en très grande abondance la cristobalite dans le trachyte à grands cristaux de sanidine du fond de la vallée de Chaudefour, au Mont-Dore. Des blocs éboulés de cette roche, qui abondent au pied du dyke de la Rancune, sont très vacuolaires ; leurs cavités sont tapissées d'un nombre considérable de lamelles épaisses de tridymite, blanches et opaques et d'octaèdres de cristobalite ayant généralement moins de 0 mm. 5. Ils possèdent toutes les propriétés exposées plus haut.

CUMENGITE[1]

$Sb^2O^5.5H^2O$

Kenngott a proposé de désigner sous le nom de *cumengite* (*Das Mosh'sche miner. System*. 29. 1858) un minéral, analysé par Cumenge (*A. M.* XX. 80. 1851) et dont la composition se rapproche de la formule donnée plus haut :

Sb	O	Fe^2O^3	H^2O	Gangue.	
62,0	17,0	1,0	15,0	3,0	= 98,0

L'année suivante, J. Dana l'a désigné (*System of Mineralogy*, 142. 1854) sous le nom de *volgérite*.

Cette substance forme des masses compactes ou pulvérulentes, jaunes, épigénisant la valentinite de Sensa (*Constantine*), qui constitue elle-même des pseudomorphoses de stibine (page 22).

1. Ce minéral est à placer dans la systématique, page 315, après la meymacite.

DOLOMITE

Algérie. — *Constantine*. Le gîte de galène de Mesloula renferme en abondance des cristaux de dolomite plus ou moins ferrifère, dont les géodes sont parfois mouchetées de petits cristaux de blende ou recouvertes de calcite; je dois la connaissance de ces minéraux à M. de Stoutz.

HYDRARGILLITE

Les nombreux échantillons de latérite des colonies françaises que j'ai étudiés depuis quelques années permettent de généraliser les indications fournies sur cette question page 365.

Des concrétions d'hydrargillite fibreuses, hérissées de pointements cristallins, se trouvent dans la latérite remaniée du placer Saint-Élie (*Guyane*) et de divers points de la *Côte-d'Ivoire*.

J'ai d'autre part rencontré (*C. R.* CXLI. 984. 1905) dans les latérites des syénites néphéliniques des îles de Los (*Guinée*) des cas de transformation complète de feldspaths et de feldspathoïdes en lamelles d'hydrargillite, parfois associées à un peu d'allophane et de limonite. Cette latéritisation de la syénite fournit ainsi un véritable minerai de bauxite.

LEESBERGITE

M. L. Blum a décrit sous ce nom (*Ann. Soc. géol. Belgique*. XXXIV. 1908) un minéral blanc crayeux, tombant en poussière par exposition à l'air et formant des filonnets de 4 à 5 cm. d'épaisseur dans le minerai (magnétite) oolithique liasique de la concession Victor à Marspich et Hayange (Hayingen) [*Lorraine*]. Il n'est attaqué qu'à chaud par les acides.

Le minéral, desséché à 100°, a la composition suivante :

CO^2	MgO	CaO	$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	SiO^2
49,43	29,89	21,06	0,52	0,05

M. Blum admet la formule 2 ($MgCO^3$), $CaCO^3$.

M. V. Bruhns a constaté (*Mitt. geol. Landensant. Elsass-Lothr.* VI. 303. 1908) que le minéral présente deux variétés, l'une compacte (dureté 3), l'autre tendre. Toutes deux contiennent de l'eau : leur

composition chimique paraît variable. Les résultats de ses trois analyses peuvent être représentés par les formules suivantes :

$6\ CaMg(CO^3)^2,\ \ 8\ MgCO^3,\ 3\ Mg\ (OH)^2,\ 3\ H^2O.$ [1]

$6\ CaMg(CO^3)^2,\ \ 6\ MgCO^3\ \ Mg\ (OH)^2,\ 3\ H^2O$

$6\ CaMg(CO^3)^2,\ \ 12\ MgCO^3,\ 2\ Mg\ (OH)^2,\ 3\ H^2O$

M. Bruhns considère donc ce produit comme hétérogène et constitué par le mélange d'un minéral du groupe de l'hydromagnésite avec de la calcite et de la dolomite.

M. Blum a bien voulu me communiquer un fragment de leesbergite, qui, au lieu d'être compacte, comme les échantillons étudiés par M. Bruhns, est fibreux. L'examen microscopique montre que le produit est homogène, les fibres sont allongées suivant l'axe optique unique ou la bissectrice aiguë avec axes optiques extrêmement rapprochés : le signe optique est négatif et la biréfringence très grande.

D'après un essai de M. Arsandaux, la perte au feu ($CO^2 + H^2O$) de cet échantillon est d'environ 48 °/₀.

MANGANITE (page 352).

Saône-et-Loire. J'ai trouvé à Romanèche dans une géode de romanéchite fibreuse, bleuâtre, une croûte de manganite lamellaire, se terminant dans la cavité par des cristaux indistincts en forme de grains de blé.

Indre. De jolis échantillons de manganite accompagnent la göthite et la psilomélane subériforme dans une vieille exploitation de limonite sédimentaire de la Forêt Chenier, à Chaillac.

MOLYBDITE (page 7).

De récentes observations de MM. Schaller et Guild ont montré que ce minéral n'est pas un oxyde, mais un molybdate (Fe^2O^3, $3\ MoO^3$ $7,5\ H^2O$) (voir tome IV).

TRIDYMITE (page 167).

Antilles. — *Martinique.* L'éruption de la Montagne Pelée (1902-

1. Cette formule est déduite de l'analyse suivante :
$CO^2 = 42,82$; $MgO = 32,81$; $CaO = 16,06$. H^2O, [5,17]. insol. $= 3.14 = 100.00$.

1903) m'a permis de faire de nombreuses observations sur la tridymite et notamment sur le mécanisme de sa production au cours d'une éruption (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, Paris, 518. 1904 ; *B. S. M.* XXVIII. 56. 1905 et *La Montagne Pelée après ses éruptions*, Paris, 56. 1908).

La lave constituant le dôme récent, dont j'ai suivi le développement, est une andésite à hypersthène, renfermant 20 °/₀ de silice non combinée, alors que son verre en contient 37 °/₀. Les types refroidis brusquement ont une structure vitreuse et sont dépourvus de tridymite ; ce minéral n'existe pas davantage dans le type microlitique refroidi rapidement, mais moins vite cependant que le précédent. Il est devenu au contraire extrêmement abondant dans l'andésite lentement refroidie sur place dans le dôme. La comparaison de la forme de la tridymite ainsi cristallisée avec celle de la tridymite produite par cristallisation du verre, résultant de la fusion du quartz (cristaux représentés par la figure 6 de la page 166) m'a permis de montrer (*B. S. M.* XXXII. 323. 1908) que la genèse de la tridymite lamellaire des roches volcaniques doit être recherchée, non dans la fusion purement ignée, mais dans des actions pneumatolitiques.

Dans les enclaves homœogènes de cette même andésite de la Montagne Pelée, la tridymite forme de grandes plages, qui jouent le rôle du quartz dans les roches granitiques.

La tridymite abonde dans toutes les andésites et les labradorites anciennes de la *Martinique*, ainsi que dans beaucoup de celles de la *Guadeloupe*.

OPALE

Soudan. — *Egueï*. M. Garde a recueilli à Hangara (nord de l'Egueï) dans une argile à faune récente, des petits rognons de *ménilite* identiques à ceux de l'oligocène du Velay (p. 336).

QUARTZ

Tunisie. — L'indication que j'ai fournie p. 55, sur la présence de cristaux de quartz enfumé dans une granulite à Béjà est erronée, aucune roche ancienne ne se trouvant dans cette localité. L'échantillon auquel j'ai fait allusion provient sans doute d'un autre gisement tunisien.

Congo. — Les grès du pays des Bandas dans le Haut Oubanghi sont traversés par des filons de quartz renfermant de beaux cristaux limpides (chez les N'Brous) (Courtet. *in Mission Chari-Tchad* 1908). J'ai décrit (*La Géographie* XX. 201. 1909) la curieuse coutume des N' Brous, qui taillent ces cristaux en longues aiguilles (5 à 6 cm. de long.) régulières, que les femmes portent implantées dans la lèvre inférieure. Les renseignements recueillis sur la fabrication de ces singuliers ornements, l'étude des polissoirs en grès, qui sont utilisés pour cela, éclairent l'industrie de la pierre polie à l'époque néolithique.

b) *Dans les roches volcaniques* (page 57).

Antilles. — *Martinique*. L'éruption de la Montagne Pelée a permis pour la première fois de constater la production du quartz dans une roche volcanique au cours de son refroidissement. Tous les types de refroidissement rapide, aussi bien les vitreux que les microlitiques, sont dépourvus de quartz; seules les andésites, refroidies sous la mince carapace non quartzifère du dôme récent, contiennent dans leur pâte de petits cristaux bipyramidés de quartz. J'ai longuement discuté le mécanisme de cette cristallisation dans les travaux cités plus haut à l'occasion de la tridymite (voir notamment les photomicrographies de la pl. XXVIII de mon livre de 1904).

Les roches volcaniques plus anciennes de la Martinique sont remarquables par la fréquence de gros phénocristaux de quartz, non seulement dans les types acides (*dacites* du massif du Carbet), mais encore dans les basiques (*basaltes* de la pointe Burgos).

c) *Dans les assises jurassiques*.

Isère. M. Gonnard a étudié de nouveaux cristaux des marnes de Meylan (*B. S. M.* XXIX. 303. 1906); il y a signalé les formes suivantes à ajouter à celles énumérées page 114.

e^{10} $(11.0.\bar{1}\bar{1}.8)$, e^{3} $(40\bar{4}1)$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$, $e^{31/15}$ $(23.0.\bar{2}\bar{3}.1)$, $e^{20/19}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.6)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$, Z $(21.12.\bar{3}\bar{3}.33)$, (à placer entre H_5 et H_4) ; quant à γ_0 $(23\bar{5}5)$, il est situé entre ξ^1 et ξ^2 et n'est pas, comme il est dit page 115, identique à Γ_1.

Le même auteur a étudié à nouveau les macles de la Gardette (*B. S. M.*, *id.*, 299).

RUTILE (page 190).

Rhône. MM. C. Friedel et Grandjean ont signalé (*B. S. M.* XXXII,

52. 1909) dans les schistes micacés, imprégnés de pyrite, de chalcopyrite, de Vaux, près Villefranche, des cristaux microscopiques de rutile, maclés suivant les lois habituelles ; isolés par lévigation, ils sont d'un brun clair; leur densité est de 4.238. Ils contiennent 1,75 °/₀ de SnO^2.

SIDÉRITE

Alger. Les cristaux décrits page 654, comme provenant des environs de Boufarik, ont été trouvés dans la concession de Soumah, [filons de sidérite (avec pyrite et chalcopyrite) transformée en hématite aux affleurements, traversant le gault].

Tunisie. — Je dois à M. de Coppet une belle géode de sidérite transformée en hématite, provenant du Djebel Djerissa.

ZIRCON

Madagascar. — Le nombre des gisements de zircon des alluvonsi aurifères, cités page 216, doit être beaucoup augmenté, le zircon étant d'une façon constante très abondant dans ces produits de désagrégation des granites et des gneiss. Par leur forme, ces cristaux se rapportent aux figures 8, 9, 12 et 13. Ils sont ou bien gros et comparables à ceux d'Espaly ou bien petits et alors incolores, jaunes ou bruns. Les sables monazités du Mananjary en particulier renferment une telle quantité de ces cristaux, que si la monazite y est exploitée, on pourra se préoccuper de l'utilisation industrielle du zircon, bien que ses cristaux aient généralement moins de 1/3 de millimètre.

M. Dabren a signalé comme spécialement riches en zircon, les alluvions de la rivière Matitanana (district d'Ikongo) et en particulier celles de son affluent de gauche la Sandranapana, puis la Zomandao, affluent de droite de l'Ihosy et enfin la région comprise entre Antambohobe et Antananarivokely.

J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum*. I, 83, 1902 et V. 1903) à Ambaliha et à Ampasibitika, près de la baie d'Ampasindava, dans le N. O. de l'île, des granites à œgyrine très riches en zircon : ce minéral s'y trouve en cristaux $b^{1/2}$, en prismes allongés terminés par le même octaèdre et enfin en cristaux groupés, terminés par a_5 (521) ou en agrégats concrétionnés, qui forment parfois, avec magnétite et quartz, des pseudomorphoses d'arfvedsonite (voir les diverses figures de la pl. X de mon mémoire de 1902).

TABLE DES MATIÈRES

DU TROISIÈME VOLUME

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

ERRATA

—

Page	10	ligne	4	*au lieu de*	$b : h = 326{,}925$	*lire*	$b : h = 1000 : 326{,}925$
—	17	—	5	(en rem.)	$— xy$	—	zx
—	19	—	19	—	$x = b^{1/2}...,$	—	$x = (b^{1/7}$
—	26	ligne	16	*au lieu de*	1.79997	—	1.09997
—		—	19	—	$(3.2.\overline{11})$	—	$(32.\overline{1}.\overline{1})$
—		—	20	—	$(2.6.\overline{11})$	—	$(26.\overline{1}.\overline{1})$
—		—	22	—	$(2.1.\overline{55})$	—	$(21.\overline{5}.\overline{5})$
—		—	23	—	$(13.0.\overline{13}.3)$	—	$(39.0.\overline{39}.19)$
—		—	26	—	$(45.0.\overline{45}.16)$	—	$(46.0.\overline{46}.1)$
—	27	—	6	—	$(23.3.\overline{25}.22)$	—	$(22.3.\overline{25}.22)$
—		—	7	—	$(b^{1/2}\ d^{1}\ d^{1/26})$	—	$(b^{1/4}\ d^{1/2}\ d^{1/13})$
—		—	»	—	$(b^{1/10}\ d^{5}$	—	$(b^{1/10}\ d^{1/5}$
—		—	8	—	$(b^{1/10}\ d^{5}\ d^{1/29})$	—	$(b^{1/10}\ d^{1/5}\ d^{1/29})$
—		—	15	supprimer	$(d^{1/37}\ d^{1/5})\ b^{1/10}$	—	
—		—	16	*au lieu de*	$(15.21.\overline{102}.15)$	*lire*	$(5.29.\overline{34}.5)$
—		—	19	—	$(14.\overline{2}.1)$	—	$(14.2.\overline{1})$
—		—	29	—	$(1.30.\overline{29}.29)$	—	$(1.29.\overline{30}.29)$
—	28	—	5	—	$(21.1.\overline{22}.27)$	—	$(21.1.\overline{22}.17)$
—	54	—	8	—	id.	—	id.
—	82	—	5	(en remontant) *au lieu de*	$(15.21.\overline{102}.15)$	*lire*	$(5.29.\overline{34}.5)$
—	96	—	23	et 2 (en remontant)	$(45.0.\overline{45}.16,$	—	$(46.0.\overline{46}.1)$
—		—	1	(en remontant)	$(21.1.\overline{22}.27)$	—	$(21.1.\overline{22}.17)$
—	114	—	1	—	$(26.0.\overline{26}.111)$	—	$(26.0.\overline{26}.11)$
—	115	—	1	—	$(14.0.\overline{14}.37)$	—	$(14.0.\overline{14}.3)$
—		—	12	—	$(23.3.\overline{25}.22)$	—	$(22.3.\overline{25}.22)$
—		—	24	Supprimer la fin de la phrase après γ_0.			
—		—		dans la fig. 93, noter les faces à partir de p dans l'ordre suivant : p, H_5, ξ_2 β_6, $e^{1/2}$.			
—	162	—	1	(en remontant dans le tableau) *au lieu de* (macle suivant $e^{4/3}$), *lire* (macle suivant $e^{2/3}$).			
—		—	4	(en remontant) *au lieu de*	(034)	*lire*	(032)
—	176	—	11	—	$a : c = 1{,}77713$	—	$a : c = 1 : 1{,}77713$
—	206	—	2	(en remontant)	(311)	—	(211)
—		—	5	—	$(b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^{1})$ (311)	—	$(b^{1}\ b^{1/3}\ h^{1})$ (211)
—	213	—	13		(311)	—	(211)
—	216	—	23		id.	—	id.
—	217	—	11	—	$a : b$	—	$a : c$
—	248	—	7	—	$(17.24.\overline{51}.39)$	—	$(9.8.\overline{17}.13)$
—	255	—	29	—	$(25.24.\overline{51}.39)$	—	$(9.8.\overline{17}.13)$
—	256	—	1		fig. 4	—	fig. 3
—	301	—	10		à p (001)	—	à h^1 (100)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS



LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé .... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte .... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte .... 30 fr.
Tome III, *id* .... 30 fr.
Tome IV et dernier (*sous presse*) .... 30 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches .... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches .... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées.* 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches.... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche .... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte .... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié .... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° .... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié .... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié.... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professseur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS





